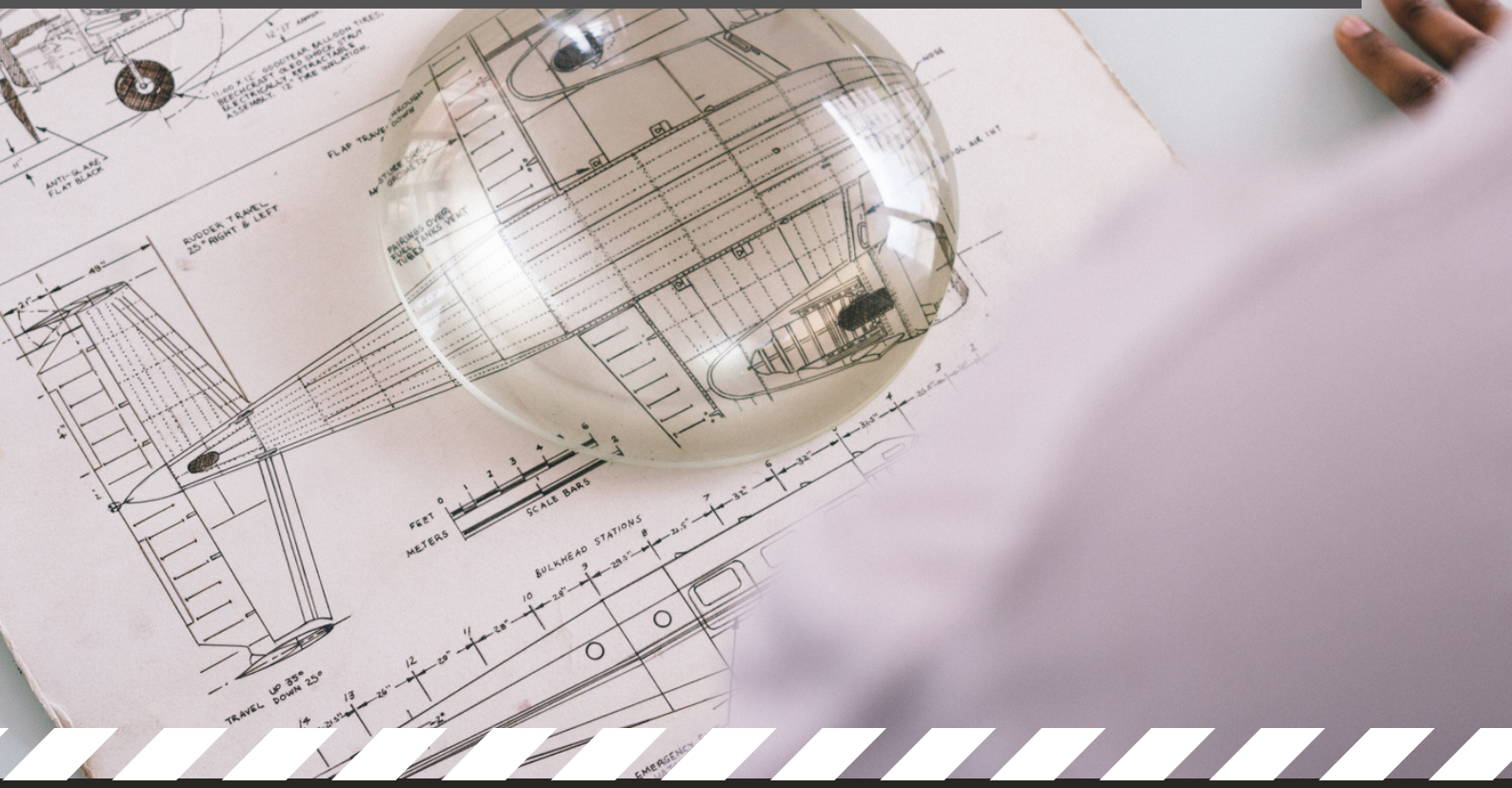
EURO ASIA
12.INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

EDITORS:
Prof. Dr. Veysel EYYUBOV
Assoc. Prof. Dr. Asım MEMMEDOV

February 17-18, 2025

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

ISBN: 979-8-89695-038-7

PROCEEDINGS BOOK

EURO ASIA
12th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES

February 17-18, 2025
Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

Editors

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV
Assoc. Prof. Dr. Asım MEMMEDOV

11.03.2025

by Liberty Academic Publishers, New York, USA
ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.
© Liberty Academic Publishers 2025
The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.
adopted by Mariam Rasulan

ISBN: 979-8-89695-038-7

CONGRESS ID

TITLE OF CONGRESS

EURO ASIA

12th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES

PARTICIPATION

Keynote & Invited

DATE - PLACE

February 17-18, 2025

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

ORGANIZATION

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

&

İKSAD-Institute of Economic Development and Social Researches

HEAD OF CONGRESS

Dr. Uzeyir ZEYNALOV, Mingachevir State University

ORGANIZING COMMITTEE HEAD

Dr. Asim MAMMEDOV, Mingachevir State University

SCIENTIFIC COMMITTEE HEAD

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV, Mingachevir State University

ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Assoc. Prof. Dr. Vugar MUSTAFAYEV, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Almaz ALIYEVA, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Mahir ISMAYILOV, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Aida MUSTAFAYEVA, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Terane YUSIBOVA, Mingachevir State University

Dr. Rovshan BABAYEV, Mingachevir State University

SCIENCE & ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Resul KARA, Duzce University

Prof. Dr. Savaş DİLİBAL - Gedik University

Assoc. Prof. Dr. Vugar MUSTAFAYEV, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Sahib MUSTAFAYEV, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Elmira ISRAFILOVA, Mingachevir State University

Assoc. Prof. Dr. Musallim HUMMATOV, Mingachevir State University

Dr. Erkan EFİLTİ, Kyrgyzstan-Türkiye Manas University, Kyrgyzstan

Assoc. Prof. Dr. Şenol ŞİRİN, Düzce University

Assoc. Prof. Dr. Ferzan KATIRCIOĞLUK, Düzce University

Dr. Muhammad Faisal - Director Ministry of Human Rights, Pakistan

Dr. Nurlan AKHMETOV, Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

Dr. Alina AMANZHOLOVA, Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

PARTICIPATING COUNTRIES (10)

Azerbaijan, Türkiye, Vietnam, Nigeria, Bulgaria, India, Serbia, Iraq, Romania, North Macedonia

TOTAL ABSTRACTS: 102

The number of abstracts from foreign countries: **58**

The number of abstracts from Türkiye: **44**

LANGUAGES

Turkish, Azerbaijani Turkish, English, Russian

PHOTO GALLERY

TƏHSİL MİLLƏTİN GƏLƏCƏYİDİR
Heydər Əliyev

TƏHSİL MİLLƏTİN GƏLƏ

EURO ASIA
12th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES

PROCEEDINGS BOOK

February 17-18, 2025
Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

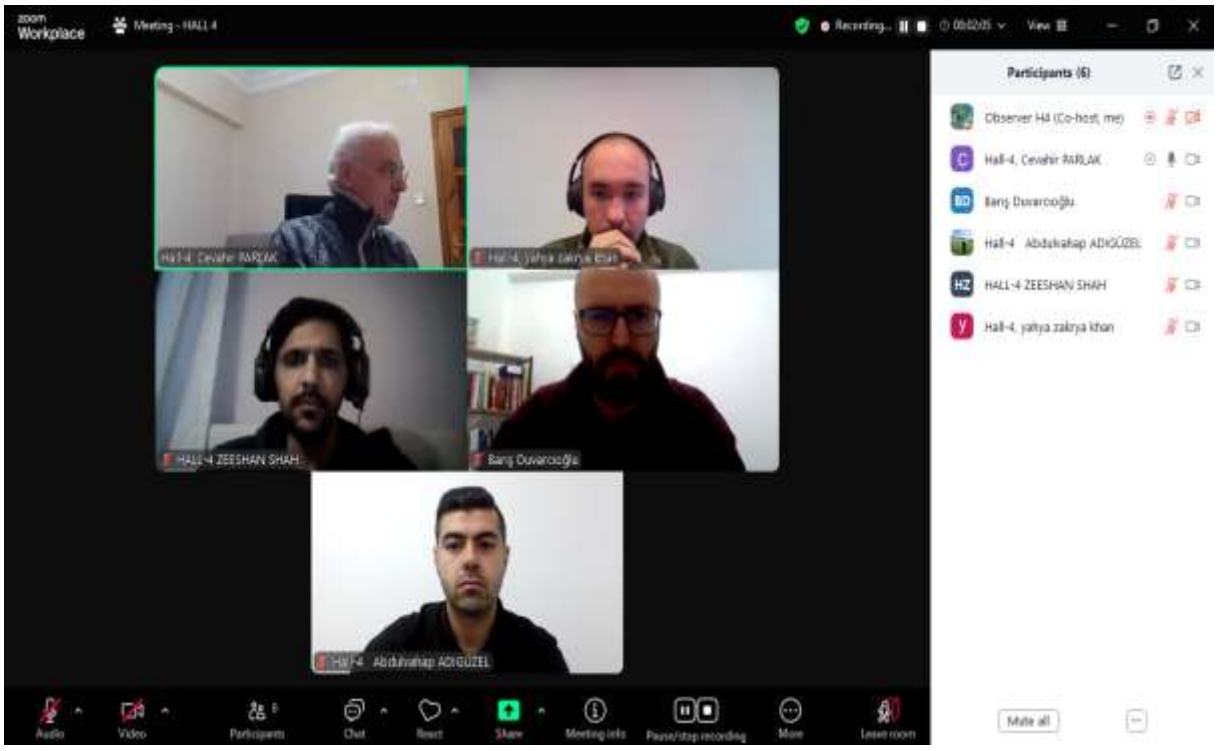
Azərbaycan təhsilinin memarı
Heydər-xalq, xalq-Heydər

FULL STACK WEB DEVELOPER
FRONT-END
BACK-END

XII BEYNƏLXALQ
AVRASİYA TƏTBİQİ ELMLƏR KONFRANSI

TƏHSİL MİLLƏTİN GƏ
MİNGƏÇEVİR
DÖVLƏT
UNİVERSİTETİ
IKSAD
INSTITUTE

Observer Hall-3
A


Workplace
Participants (6)

XII. INTERNATIONAL
EURASIAN CONGRESS OF APPLIED SCIENCES
17-18 February 2025,
Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan
MONITORING THE INFLUENCE OF FOLIAR CALCIUM AMPLIFIERS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF 'DORA' PEPPER
Marina Todor Stojanova, Dragutin A. Djukic,
Monika Stojanova, Blazo Lalevic

observer hall2
Dr. Bahar FERAH
HALL-2 BÜŞRA...

EURO ASIA
12th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES

February 17-18, 2025

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

CONGRESS PROGRAM

Metting Id: 859 7119 7642
Passcode: 171817

https://us02web.zoom.us/j/87062748180?pwd=3A49T2uakjekACOnuXHHWrvi0DF0bd.1

PARTICIPANT COUNTRIES (10):

Azerbaijan, Türkiye, Vietnam, Nigeria, Bulgaria, India, Serbia, Iraq, Romania, North Macedonia

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

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

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir**
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

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

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,

exp. Hall-1, Ali ÖZDEMİR

Meeting ID: 859 7119 7642
Passcode: 171817

-Opening Ceremony-

17.02.2025

Time (Baku): 11:00-12:00

Time (Ankara): 10:00-11:00

***

SPEAKERS

Dr. Uzeyir ZEYNALOV
Mingachevir State University
***

Dr. Mustafa Latif EMEK
President of IKSAD Institute
***

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV
Mingachevir State University
***

Dr. Elvan JAFAROV
IKSAD Institute Azerbaijan representative
***

FACE TO FACE (HALL -1)

17.02.2024

Moderator: Mahir ISMAYILOV

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 13:00 – 15:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
SCIENTIFIC-TECHNICAL PROGRESS AND ENVIRONMENT	Mahir ISMAYILOV İlham MƏMMƏDOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN AGRICULTURE	Zemfira Aliyeva	Mingachevir State University, Azerbaijan
ECOLOGICAL SITUATION OF THE GANJA-KAZAKH ECONOMIC DISTRICT	Tarana Yusibova Gulgun Israfilova Hasanli Farida	Mingachevir State University, Azerbaijan
MİNGƏÇEVİR SU ANBARININ FLORA VƏ BİTKİLİYİ	Gunay Nəsibova Aynur Həsənova	Mingachevir State University, Azerbaijan
SIFIR TULLANTI KONSEPSİYASI VƏ DAİRƏVİ İQTİSADİYYATIN TƏTBİQİ	Aysel Cəmil qızı Bayramova	Mingachevir State University, Azerbaijan
STEAM TEXNOLOGİYALARI İLƏ TƏBİƏT ELMLƏRİNİN MÜASİR TƏDRİSİ	Hüseynzadə Xəyalə Rəsulzadə Lalə	Mingachevir State University, Azerbaijan
İQTİSADİ QƏRARVERMƏDƏ ƏTRAF MÜHİTLƏ ƏLAQƏLİ PROBLEMLƏR	Sanur Natiq qızı Bəylərli-Sədiyeva	Mingachevir State University, Azerbaijan
ÖZÜNÜ MOTİVASİYA ÜÇÜN SAYT VƏ TƏTBİQİN YARADILMASI	Azər HÜSEYN Aytac FEYZULLAYEVA Şəms QULUZADƏ	Mingachevir State University, Azerbaijan
STUDY OF LIGHT GRAY-BROWN SOILS SALINE IN THE KURA LOWLAND	Verdiyeva Fəridə Bəhram Əliyeva Tahirə Rafayel Sadıqov Ceyhun Şirin	Mingachevir State University, Azerbaijan Azerbaijan State Agrarian University, Azerbaijan
STUDY OF THE MORPHOGENETIC PROFILE OF SALINE LIGHT GRAY-BROWN SOILS OF THE KURA LOWLAND	Verdiyeva Fəridə Bəhram Zeynalova Aygün Nurəddin İsmayılova Məhsəti Eyvaz qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan Azerbaijan State Agrarian University, Azerbaijan
THE IMPORTANCE OF FOOD CULTURE TRANSFORMATION (ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF AZERBAIJAN)	Asim MAMMADOV	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -2)
17.02.2024
Moderator: Almaz Aliyeva
Address: Mingachevir State University
Baku Local Time: 13:00 – 15:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
SÜNİ İNTELLEKTDƏ SƏHVLƏRƏ GÖRƏ MƏSULİYYƏT: HÜQUQİ VƏ ETİK YANAŞMA	Leyla İsmayılzadə Vüqar Qızı Dinarə İslamova Şirin Qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
MECHANISMS FOR IMPROVING SMART DEVICES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Almaz Aliyeva Aida Mustafayeva Mursel Pashayev	Mingachevir State University, Azerbaijan
VİRTUAL KİTABXANA SİSTEMLƏRİNİN TƏHLİLİ VƏ PERSPEKTİVLƏRİ	Aida Mustafayeva Firdovsi Qəhrəmanov	Mingachevir State University, Azerbaijan
AZƏRBAYCANDA REKLAM BİZNESİNDƏ SAHİBKARLIĞIN İNKİŞAFININ MÖVCUD PROBLEMLƏRİ VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ	Vüqar Nəzərov Camal Hacıyev Vasif Əhədov	Mingachevir State University, Azerbaijan
KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK STRATEGİYALARININ QURULMASI: BİZNES TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ BLOKÇEYNDƏN İSTİFADƏ	Elvin MURADZADƏ Gülüstan QASIMOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
VİRTUAL SERVER TEXNOLOGİYALARININ RƏQƏMSAL İNFRASTRUKTURUN İNKİŞAFINDA ROLU VƏ GƏLƏCƏK PERSPEKTİVLƏRİ	Aidə Mübariz qızı Mustafayeva Günel Səfər qızı Baxşiyeva Elnur Oktay oğlu Xəlilov Zemfira Əhməd qızı Əliyeva Ceyhun Bəşir oğlu Əlizadə Səadət Rəfayıl qızı Aslanova	Mingachevir State University, Azerbaijan
KRIPTOQRAFIK MÜHAFIZƏ METODLARININ TƏHLILI VƏ TƏDQIQI	Əmiraslanova Rəsmiyyə İsrayıl qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -3)
17.02.2024
Moderator: Asudə ABDURRAHMANOVA
Address: Mingachevir State University
Baku Local Time: 13:00 – 15:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
BLOKÇEYN VƏ VEB 3.0: GƏLƏCƏYİN İNTERNETİNİN TƏHLÜKƏSİZ İNKİŞAFI	Asudə ABDURRAHMANOVA Şəbnəm NƏSİROVA Nərmin ƏHMƏDOVA Səbinə ƏLİYEVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
MOBİL QURĞULAR ÜÇÜN ADAPTİV VEB-DİZAYNIN TƏHLİLİ	Elmira İSRAFİLOVA Aida MUSTAFAYEVA Nadimə CƏBRAYILOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
AĞILLI ŞƏBƏKƏLƏR: ELEKTRİK ŞƏBƏKƏSİ OPERATORLARI ÜÇÜN ÜSTÜNLÜKLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR	Məhəmməd Şöyübov	Mingachevir State University, Azerbaijan
SÜNI INTELLEK: NƏZƏRIYYƏDƏN PRAKTIKAYA	Dinarə İslamova Şirin Qızı Aysu Süleymanova Habil Qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
AĞILLI ŞƏHƏRLƏRDƏ ENERJI ISTEHLAKININ PROQNOZLAŞDIRILMASI, TƏKLIF VƏ TƏLƏB BALANSININ OPTIMALLAŞDIRILMASI ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ MAŞIN ÖYRƏNMƏSI ALQORITMLƏRI	Məryəm Yahuzər qızı Əsədova	Mingachevir State University, Azerbaijan
SÜNİ İNTELLEKT VƏ MƏXFİLİK: MÜASİR DÜNYADA TƏHLÜKƏLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR	əliyeva Məhsəti Rövşən Qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -4)
17.02.2024
Moderator: L.Ç.SÜLEYMANOVA
Address: Mingachevir State University
Baku Local Time: 13:00 – 15:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
GLOBAL CLIMATE CHANGE AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT	Natavan VALIYEVA Shabnam ISLAMOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDAN ATMOSFERƏ ATILAN ZƏRƏRLİ QAZLARIN MİQDARININ HESABLANMASI	Gülmirə Məmmədova Əfsanə Babayeva	Mingachevir State University, Azerbaijan
BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN ÖLKƏNİN ENERJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ VƏ EKOLOJİ TARAZLIĞIN QORUNMASINDA ROLU	Alyona Cəfərova	Mingachevir State University, Azerbaijan
ATOM ELEKTRİK STANSİYALARINDA RADİASİYA TƏSİRİNİN MƏHDUDLAŞDIRILMASI ÜSULLARI	Elsevər Cəfərli	Mingachevir State University, Azerbaijan
YOL-NƏQLİYYAT HADİSƏLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ MƏNFİ TƏSİRLƏRİ	Tünzalə ƏLİFOVA Sevinc MƏMMƏDOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF RENEWABLE ENERGY SOURCES UTILIZATION	Fatima Mammadova	Mingachevir State University, Azerbaijan
FACTORS AFFECTING REGULATION OF SPEED REGIMES IN URBAN TRAFFIC	Qaragoz KARIMOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
EXPRESSION OF LAGRANGE INTERPOLATION POLYNOMIAL WITH DETERMINANTS AND ITS APPLICATIONS	Mehman Rasulov Bulud Gulnigar Osmanova Saleh Lala Rzayeva Khanlar	Mingachevir State University, Azerbaijan
SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF ENERGY SYSTEMS BY INNOVATION	L.Ç.SÜLEYMANOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
MOBİL PLATFORMALARDA DAŞINABİLƏN ELEKTRONİKANIN İSTİFADƏ METODOLOGİYASI	Leyla ŞÜKÜROVA Validə NURİYEVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
ELECTROCHEMICAL SEPARATION OF VANADIUM IN THE PRESENCE OF CHROMIUM FROM ALKALINE SOLUTIONS	E.Q. Shirinov P.S. Safarova T.İ. Karimova	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -5)

17.02.2024

Moderator: Babayev Rövşən Fərrux oğlu

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 13:00 – 15:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
THE ROLE OF OUT-OF-CLASS AND INDEPENDENT WORK IN IMPROVING THE QUALITY OF MATHEMATICS LESSONS	Kələşova Natəvan Həmdiyyə qızı Məmmədova İradə Əli qızı Məmmədova Rima Zəhmət qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
THE ROLE OF THE SUBJECT INFORMATICS IN THE CREATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS	Malahat Farrukh Ismailova Aysel Mubariz Mammadova	Mingachevir State University, Azerbaijan
MƏKTƏB RİYAZİYYAT TƏLİMİNDƏ QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN HƏLLİNİN BƏZİ ÜSULLARI	Babayev Rövşən Fərrux oğlu Məmmədov Bəhman Cəlil oğlu	Mingachevir State University, Azerbaijan Baku Engineering University, Azerbaijan
THE QUESTION OF REALIZATION OF INTERSUBJECT COMMUNICATIONS AT TRAINING MATHEMATICS	T. Orujov, V. Ahmadov	Mingachevir State University, Azerbaijan
CALCULATION OF ECONOMIC ISSUES BY MEANS OF DEFINITE INTEQRAL	İsmayılova Məlahət Fərrux qızı Məmmədov Məhəmməd Nazim oğlu Məmmədova Məhparə Səməd qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
ŞAGİRDLƏRİN TƏFƏKKÜR ÇEVİKLİYİNİN İNKİŞAF ETDİRİLMƏSİNDƏ ÇEVRİLMİŞ MƏSƏLƏLƏRDƏN İSTİFADƏ KEYFİYYƏTLİ TƏDRİS VASİTƏSİ KİMİ	Rəsulov Rüstəm Ramazan oğlu Sadiqli Günel İlqar qızı Aşurova Ülviyyə Akif qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
ON THE DERIVATION AND APPLICATIONS OF SOME COMPLEX FORMULAS	Vaqif Şahismayıl oğlu Abdullayev Əfsanə Məzahir qızı Mürsəlova Səyyarə İlham qızı Yusifova	Mingachevir State University, Azerbaijan
BƏZİ TİP İQTİSADİ MƏSƏLƏLƏRİN RİYAZİ MODELLƏRİNİN QURULMASI VƏ ONLARIN QRAFİK ÜSULLA HƏLLİ	Babuşov Sabir Nəriman oğlu Sadıqova Könül Hacı qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan
MƏKTƏB RİYAZİYYAT KURSUNDA İRRASİONAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ METODİKASI	Babayev Rövşən Fərrux oğlu Məmmədova Pərvin Kamil qızı	Mingachevir State University, Azerbaijan

Session-1, Hall-1
18.02.2025
Moderator: Prof. Dr. Rüştü ILGAR
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 10:00 – 12:00
Ankara Local Time: 09:00 – 11:00

Title	Author(s)	Affiliation
EVALUATION OF WINTER ATMOSPHERIC HEAVY METAL CONCENTRATION in ÇANAKKALE CITY CENTER USING THE MOSS BAG TECHNIQUE	Rüştü ILGAR Selma Nur AVCI	Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye
PEDOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AYVACIK TUZLA PLAIN	Rüştü ILGAR	Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye
MƏSAMƏLİ MÜHİTDƏ MÜXTƏLİF FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLİ YAĞLARIN SIXIŞDIRILMASININ NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASINA TƏSİRİNİN TƏDQİQİ	Elnur Əlizadə	Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan
PRODUCTION OF A COFFEE-LIKE PRODUCT FROM DATE AND OLIVE SEEDS: AN ALTERNATIVE TO TURKISH COFFEE	Ayşe Nur ÇAKI Ezgi KALKAN Medeni MASKAN	Gaziantep University, Türkiye
ENHANCING OIL RECOVERY OF COTTONSEED OIL BY ENZYMATIC AQUEOUS EXTRACTION AND PLACKETT-BURMAN DESIGN	Ezgi KALKAN Medeni MASKAN	Gaziantep University, Türkiye
BIOECOLOGICAL ANALYSIS OF SOME WILD SPECIES OF THE GENUS ALLIUM L. (AMARYLLIDACEAE)	Lala Zeynalabdın Gurbanova	Azerbaijan State Agricultural University, Azerbaijan
HIRUDOTHERAPY APPLICATION IN HORSES WITH PHIMOSIS AND ARTHRITIS	Nezihe GÖKHAN Hacı Bayram GÖKHAN Önder OTLU	Malatya Turgut Özal University, Türkiye
JASMONIC ACID IN CROPS	Gülten TARHAN Volkan Mehmet ÇINAR Aydın ÜNAY	Aydın Adnan Menderes University, Türkiye
SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORIGANUM VULGARE L. SPECIES IN THE TERRITORY OF GUBA REGION	Pəri İlqar qızı Məmmədova	Baku State University, Azerbaijan

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-1, Hall-2
18.02.2025
Moderator: Assoc. Prof. Dr. Mahmut DİNGİL
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 10:00 – 12:00
Ankara Local Time: 09:00 – 11:00

Title	Author(s)	Affiliation
LOSSES OCCURRING IN SOLAR POWER PLANTS	Cevher KURT Zeynep Bala DURANAY Sami EKİCİ	Fırat University, Türkiye
EXAMINATION OF A SOLAR AND WIND-BASED MICROGRID	Mohammed BUSHRA MOHAMMED Zeynep Bala DURANAY Hanifi GÜLDEMİR	Fırat University, Türkiye
MONITORING AND EVALUATING THE LONG-TERM SPATIAL EXPANSION OF A VILLAGE SETTLEMENT IN MOUUNTAINOUS TOPOGRAPHY: A CASE STUDY OF BURÇ VILLAGE, NİĞDE, TÜRKİYE	Mahmut DİNGİL	Çukurova University, Türkiye
EVALUATION OF THE BIOPHILIC DESIGN APPROACH ON ISTANBUL BASAKSEHIR NATIONAL GARDEN	Elif SAĞÇOLAK Bahar FERAH	İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ECO-FRIENDLY BASALT FIBER ON SOIL STRENGTH	Yasemin ASLAN TOPÇUOĞLU	Fırat University, Türkiye
INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETES PRODUCED USING DIFFERENT RATIOS OF CARBON FIBER	Enes EKİNCİ	İnönü University, Türkiye

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-1, Hall-3
18.02.2025
Moderator: Abdulkadir ÇEBİ
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 10:00 – 12:00
Ankara Local Time: 09:00 – 11:00

Title	Author(s)	Affiliation
EFFECTS OF VARIOUS ADHESIVE COMBINATION AND DEFORMATION RATES ON AZ31B MAGNESIUM ALLOY	Çağın BOLAT Abdulkadir ÇEBİ	Samsun University, Türkiye
ENERGY ANALYSIS OF NATURAL AND ARTIFICIAL STONE BUILDINGS DESIGNED WITH DIFFERENT INSULATION MATERIALS	İlknur ARI Figen BALO	Fırat University, Türkiye
ENERGY PERFORMANCE EVALUATION WITH SIMULATION WHEN WOOL-CONTAINING INSULATION MATERIALS ARE USED IN BUILDINGSABSTRACT	İlknur ARI Figen BALO	Fırat University, Türkiye
OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL REGIME OF PRODUCTION WELLS THROUGH GRADUAL REGULATION OF GAS EXTRACTION	Mammadova Gulbahar Gulmammad Abbasova Samira Vaqif	Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan
EKOLOJİK BACA TASARIMI İÇİN OPTİMUM BİLEŞENLERİN SİMÜLASYONLA TESPİTİ	Ahmet KARAHAN Figen BALO	Malatya Turgut Özal University, Türkiye Fırat University, Türkiye
ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN BACA TASARIMININ OPTİMİZASYONU	Ahmet KARAHAN Figen BALO	Malatya Turgut Özal University, Türkiye Fırat University, Türkiye

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-1, Hall-4
18.02.2025
Moderator: Assist. Prof. Dr. Cevahir PARLAK
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 10:00 – 12:00
Ankara Local Time: 09:00 – 11:00

Title	Author(s)	Affiliation
INVESTIGATING THE EFFECTS OF FEATURE SELECTION IN GENDER DETECTION UNDER EMOTIONAL SPEECH	Cevahir PARLAK	Fenerbahçe University, Türkiye
PERFORMANCE ANALYSIS OF AN EXISTING 8-STOREY BUILDING	Furkan ŞAHİN Abdulvahap ADIGÜZEL	İstanbul Nişantaşı University, Türkiye
A SURVEY OF INTEGRATION OF AMQP AND OPC UA PROTOCOLS FOR INDUSTRIAL IOT AND SMART CITY APPLICATIONS	Zeeshan SHAH İsa AVCI	Karabuk University, Türkiye
DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR SKIN CANCER PREDICTION USING HYBRID LEARNING	Yahya ZAKRYA KHAN İsa AVCI	Karabuk University, Türkiye
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FRENCH LANGUAGE TEACHING: TRANSFORMATION IN LEARNING AND ASSESSMENT PROCESSES	Barış DUVARCIOĞLU	Gazi University, Türkiye
MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY AND AI-SUPPORTED FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: ENHANCING PERSONALIZED LEARNING METHODS	Barış DUVARCIOĞLU	Gazi University, Türkiye
All participants must join the conference 10 minutes before the session time. Every presentation should last not longer than 10-12 minutes. Kindly keep your cameras on till the end of the session.		

Session-2, Hall-1
18.02.2025
Moderator: Assist. Prof. Dr. Gül ÖZKAN KIZILIRMAK
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 12:30 – 14:30
Ankara Local Time: 11:30 – 13:30

Title	Author(s)	Affiliation
NEW CUBIC HERMITE SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD FOR SOLVING A PROTOTYPE DIFFERENTIAL EQUATION	Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	Inonu University, Türkiye
EULER REVAN SOMBOR INDEX	Gül ÖZKAN KIZILIRMAK	Gazi University, Türkiye
EVALUATION OF THE ESTIMATION PERFORMANCE OF ALTERNATIVE REGRESSION MODELS USED FOR MONTHLY STREAMFLOWS	Fırat GÜMGÜM	Dicle University, Türkiye
THE ESSENTIAL IDEAL GRAPH OF GAMMA RINGS	Okan ARSLAN Berna ARSLAN	Aydın Adnan Menderes University, Türkiye
EXISTENCE AND UNIQUENESS OF A SOLUTION TO A COMPLEX PROBLEM INCLUDING A TIME DERIVATIVE BOUNDARY CONDITION FOR THE WAVE EQUATION IN A MULTIDIMENSIONAL BAND	Seymur SULEYMANOV	Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-2, Hall-2
18.02.2025
Moderator: Lect. Dr. Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 12:30 – 14:30
Ankara Local Time: 11:30 – 13:30

Title	Author(s)	Affiliation
COLONOSCOPIC AND HISTOLOGIC RESULTS OF A PATIENT WITH ENTEROBIASIS VERMICULARIS	Mervan KAMAR Eda YILDIZHAN Şehriban DURSUN DAĞ Burak Veli ÜLGER	Dicle University, Türkiye
INFLAMMATORY GRANULATION TISSUE DUE TO ULCER: CASE REPORT	Eda YILDIZHAN Mervan KAMAR Şehriban DURSUN DAĞ Burak Veli ÜLGER	Dicle University, Türkiye
THE EFFECT OF TRAINING FOR STRESS CREATING SITUATIONS IN FOREIGN NURSING STUDENTS AND THEIR PROFESSIONAL ADAPTATION ON THEIR COMMUNICATION SKILLS AND METHODS OF COOPERATING WITH STRESS	Vasfiye BAYRAM DEĞER Ali CEYLAN	Mardin Artuklu University, Türkiye
DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC VALUE OF THE TRYPTOPHAN/KYNURENINE RATIO: A COMPREHENSIVE ANALYSIS ACROSS DISEASES	Gamze DEMİREL	Selçuk University, Türkiye
DİYABETLİ HASTALARDA EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNUN GLİSEMİK KONTROLE ETKİSİ	Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU	Kayseri University, Türkiye
GEBELİKTE VÜCUT DİNAMİKLERİ VE FİZYOTERAPİ: AĞRI VE STRESİN MULTİDİSİPLİNER YÖNETİMİ	Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU	Kayseri University, Türkiye
UMBİLİKUSA KADAR UZANARAK AKUT BATINA YOL AÇAN DEV ABDOMİNAL KİTLE: VAKA RAPORU	Mehmet ÇOPUROĞLU Ayşe ŞAHİN	Kayseri Şehir Hastanesi, Kayseri, Türkiye
THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' PERCEPTION OF CARE QUALITY AND THEIR ETHICAL SENSITIVITY	Büşra ASLAN TURAP Nazan TORUN	Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye
ROLES of OMEGA UNSATURATED FATTY ACIDS in SMOOTH MUSCLE CONTRACTION-RELAXATION	Sadettin DEMIREL Ipek Nazli SINAG	Bursa Uludag University, Türkiye
THERAPEUTIC EFFECTS of Ficus carica on CARDIOVASCULAR and GASTROINTESTINAL DYSFUNCTIONS	Sadettin DEMIREL Ipek Nazli SINAG	Bursa Uludag University, Türkiye

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-2, Hall-3
18.02.2025
Moderator: Dr. Eyüp ŞİŞMAN
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 12:30 – 14:30
Ankara Local Time: 11:30 – 13:30

Title	Author(s)	Affiliation
SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA pH ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK Gözde KOÇAK MUTLU Ali KARA	Bursa Uludağ University, Türkiye
SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA SICAKLIK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK Gözde KOÇAK MUTLU Ali KARA	Bursa Uludağ University, Türkiye
CORROSION FORMATION AND EFFECTS ON MATERIALS USED IN MOLTEN SALT REACTORS	Betül COŞKUN Murat MAKARACI	Kocaeli University, Türkiye
APPROPRIATE IN-CAB POSITIONING OF LONG BARRELED WEAPONS IN 4X4, 6X6 AND 8X8 VEHICLES: STANDARDS, SAFETY AND ERGONOMICS	Betül COŞKUN Murat MAKARACI	Kocaeli University, Türkiye
MATERIAL SELECTION AND DESIGN METHODS FOR BALLISTIC GRILLES IN TACTICAL WHEELED GROUND VEHICLES	Betül COŞKUN Murat MAKARACI	Kocaeli University, Türkiye
CRITICAL DROUGHT THRESHOLDS FOR DROUGHT CHARACTERISTICS	Ahmad ABU ARRA Eyüp ŞİŞMAN	Yildiz Technical University, Türkiye
APPLICATION OF FREQUENCY INNOVATIVE TREND ANALYSIS (F-ITA) FOR STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI): A CASE STUDY OF KOCAELI USING ERA5-LAND, NASA DATA, AND GROUND OBSERVATIONS	Mehmet Emin BİRPINAR Ahmad ABU ARRA Eyüp ŞİŞMAN	Ministry of Environment and Urbanization, Ankara , Türkiye Yildiz Technical University, Türkiye

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

Session-2, Hall-4
18.02.2025
Moderator: Major Gheorghe GIURGIU
Meeting ID: 870 6274 8180 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 12:30 – 14:30
Ankara Local Time: 11:30 – 13:30

Title	Author(s)	Affiliation
MONITORING THE INFLUENCE OF FOLIAR CALCIUM AMPLIFIERS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF 'DORA' PEPPER	Marina Todor STOJANOVA Dragutin A. DJUKIC Monika STOJANOVA Blazo LALEVIC	University of Ss. Cyril and Methodius, North Macedonia University of Kragujevac, Serbia Educational and Cultural Activities "Open Science", North Macedonia University of Belgrade, Serbia
WHICH PSORIASIS TREATMENT WORK BEST?	Major Gheorghe GIURGIU, Prof dr med Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center, Bucharest, Romania Titu Maiorescu University, Romania
ANALYSIS OF SEROPOSITIVENESS TO TOXOPLASMA GONDII AMONG WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE IN AZERBAIJAN	A. Salekhov, Sh. Hasanova	Prevention named after V. Akhundov, Baku, Azerbaijan
PREVALENCE AND MOLECUCLAR DETECTION OF METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS) MRSA) AMONG MEDICA AND NON_MEDICAL STUDENTS	Najim A Yassin	College of Medicine, Department of Medical Microbiology, Duhok University, Iraq
RESEARCH OF CANINE BABESIOSIS IN THE SPREAD BELGRADE AREA IN THE PERIOD 2021-2023	Academician prof. Dr Ivan PAVLOVIC	Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia
PARKINSON'S DISEASE AS PART OF THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND ITS NON-MOTOR SYMPTOMS: A TWO CENTURIES SAGA	Andrey Popatanasov Lyubka Tancheva Reni Kalfin	Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria
COMPUTER AIDED MOLECULAR DESIGN	Divya Gupta, Gupta Swati Sanjay Kumar	Sigma University, Vadodara, Gujarat, India
EVALUATING THE HEALTH PROMOTING EFFECT OF SPONDIAS MOMBIN FRUIT JUICE IN HIGH-FAT DIET FED RAT MODEL: ECONOMIC POTENTIAL OF AN INDIGENOUS FRUIT	Abayomi M. Ajayi, Monday O. Aghariagbonse, Paul A. Adeleke, Benneth Ben-Azu, Solomon Umukoro	University of Ibadan, Nigeria Delta State University, Nigeria
THE REALATIONSHIP BETWEEN PARENTAL RELATIONSHIPS AND ADOLESCENTS' PERCEPTION OF HAPPINESS	Dao Lan Huong	VietNam Women's Academy, Hanoi, Vietnam

All participants must join the conference 10 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.

CONTENT

CONGRESS ID	**I**
SCIENTIFIC COMMITTEE	**II**
PHOTO GALLERY	**III**
PROGRAM	**IV**
CONTENT	**V**

Author	Title	No
İlknur ARI Figen BALO	ENERGY PERFORMANCE EVALUATION WITH SIMULATION WHEN WOOLCONTAINING INSULATION MATERIALS ARE USED IN BUILDINGS	1
İlknur ARI Figen BALO	ENERGY ANALYSIS OF NATURAL AND ARTIFICIAL STONE BUILDINGS DESIGNED WITH DIFFERENT INSULATION MATERIALS	10
Betül COŞKUN Murat MAKARACI	MATERIAL SELECTION AND DESIGN METHODS FOR BALLISTIC GRILLES IN TACTICAL WHEELED GROUND VEHICLES	20
Betül COŞKUN Murat MAKARACI	APPROPRIATE IN-CAB POSITIONING OF LONG BARRELED WEAPONS IN 4X4, 6X6 AND 8X8 VEHICLES: STANDARDS, SAFETY AND ERGONOMICS	30
Rüştü ILGAR	PEDOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AYVACIK TUZLA PLAIN	43
Selma Nur AVCI Rüştü ILGAR	EVALUATION OF WINTER ATMOSPHERIC HEAVY METAL CONCENTRATION in ÇANAKKALE CITY CENTER USING THE MOSS BAG TECHNIQUE	52
Betül COŞKUN Murat MAKARACI	MATERIAL SELECTION AND DESIGN METHODS FOR BALLISTIC GRILLES IN TACTICAL WHEELED GROUND VEHICLES	60
Seymur SULEYMANOV	EXISTENCE AND UNIQUENESS OF A SOLUTION TO A COMPLEX PROBLEM INCLUDING A TIME DERIVATIVE BOUNDARY CONDITION FOR THE WAVE EQUATION IN A MULTIDIMENSIONAL BAND	71
Barış DUVARCIOĞLU	MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY AND AI-SUPPORTED FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: ENHANCING PERSONALIZED LEARNING METHODS	78
Barış DUVARCIOĞLU	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FRENCH LANGUAGE TEACHING: TRANSFORMATION IN LEARNING AND ASSESSMENT PROCESSES	84
Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU	GEBELİKTE VÜCUT DİNAMİKLERİ VE FİZYOTERAPİ: AĞRI VE STRESİN MULTİDİSİPLİNER YÖNETİMİ	90
Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU	DİYABETLİ HASTALARDA EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNUN GLİSEMİK KONTROLE ETKİSİ	95
Mehmet ÇOPUROĞLU Ayşe ŞAHİN	A GIANT ABDOMINAL MASS EXTENDING TO THE UMBILICUS AND CAUSING ACUTE ABDOMEN: A CASE REPORT	99
Gülmirə Allahverdi qızı Məmmədova	İSTILIK ELEKTRIK STANSIYALARINDAN ATMOSFERƏ ATILAN ZƏRƏRLI QAZLARIN MIQDARININ HESABLANMASI	105

Əfsanə İsgəndər qızı Babayeva		
Fatimə Məmmədova	BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ VƏ ÇATIŞMAZLIQLARI	107
Qaragöz KƏRİMOV	FACTORS AFFECTING REGULATION OF SPEED REGIMES IN URBAN TRAFFIC	113
Çağın BOLAT Abdulkadir ÇEBİ	EFFECTS OF VARIOUS ADHESIVE COMBINATION AND DEFORMATION RATES ON AZ31B MAGNESIUM ALLOY	117
Ali Sercan KARAKAŞ Nuri Murat YAĞMURLU	NEW CUBIC HERMITE SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD FOR SOLVING A PROTOTYPE DIFFERENTIAL EQUATION	127
Enes EKİNCİ	INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETES PRODUCED USING DIFFERENT RATIOS OF CARBON FIBER	133
Elif SAĞÇOLAK Bahar FERAH	EVALUATION OF BIOPHILIC DESIGN APPROACH ON BASAKSEHIR NATIONAL GARDEN	141
Mahmut DİNGİL	MONITORING AND EVALUATING THE LONG-TERM SPATIAL EXPANSION OF A VILLAGE SETTLEMENT IN MOUNTAINOUS TOPOGRAPHY. A CASE STUDY OF BURÇ VILLAGE, NİĞDE, TÜRKİYE	161
Büşra Aslan TURAP Nazan TORUN	THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' PERCEPTION OF CARE QUALITY AND THEIR ETHICAL SENSITIVITY	171
Firat GUMGUM	EVALUATION OF THE ESTIMATION PERFORMANCE OF ALTERNATIVE REGRESSION MODELS USED FOR MONTHLY STREAMFLOWS	178
Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK Gözde KOÇAK MUTLU Ali KARA	SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA SICAKLIK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	186
Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK Gözde KOÇAK MUTLU Ali KARA	SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA pH ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	193
Almaz Əliyeva Aidə Mustafayeva Mürsəl Paşayev	MECHANISMS FOR IMPROVING SMART DEVICES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	202
Leyla İSMAYILZADƏ Dinarə İSLAMOVA	LIABILITY FOR ERRORS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A LEGAL AND ETHICAL APPROACH	205
Zeeshan SHAH İsa AVCI	A SURVEY OF INTEGRATION OF AMQP AND OPC UA PROTOCOLS FOR INDUSTRIAL IOT AND SMART CITY APPLICATIONS	209
Yahya ZAKRYA KHAN İsa AVCI	CİLT KANSERİNİ HİBRİT ÖĞRENME İLE TAHMİN EDİLMESİ İÇİN MOBİL UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ	218
Mahir İSMAYILOV İlham MƏMMƏDOV	SCIENTIFIC-TECHNICAL PROGRESS AND ENVIRONMENT	236
Rəsulov Mehman Bulud oğlu Osmnaova Gülnigar Saleh qızı Rzayeva Lalə Xanlar qızı	LAQRANJ İNTERPOLYASİYA ÇOXHƏDLİSİNİN DETERMİNANTLARLA İFADƏSİ VƏ BUNUN TƏTBİQLƏRİ	241
Sadettin DEMIREL Ipek Nazli SINAG	ROLES of OMEGA UNSATURATED FATTY ACIDS in SMOOTH MUSCLE CONTRACTION-RELAXATION	250

Sadettin DEMIREL Ipek Nazli SINAG	THERAPEUTIC EFFECTS of Ficus carica on CARDIOVASCULAR and GASTROINTESTINAL DYSFUNCTIONS	256
Gül ÖZKAN KIZILIRMAK	EULER REVAN SOMBOR INDEX	265
Cevher KURT Zeynep Bala DURANAY Sami EKİCİ	LOSSES OCCURRING IN SOLAR POWER PLANTS	266
Mohammed BUSHRA MOHAMMED Zeynep Bala DURANAY Hanifi GÜLDEMİR	EXAMINATION OF A SOLAR AND WIND-BASED MICROGRID	274
Gamze DEMİREL	DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC VALUE OF THE TRYPTOPHAN/KYNURENINE RATIO: A COMPREHENSIVE ANALYSIS ACROSS DISEASES	282
Ahmet KARAHAN Figen BALO	ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN BACA TASARIMININ OPTİMİZASYONU	288
Ahmet KARAHAN Figen BALO	EKOLOJİK BACA TASARIMI İÇİN OPTİMUM BİLEŞENLERİN SİMÜLASYONLA TESPİTİ	298
Əliyeva Məhsəti Rövşən Qızı	SÜNİ İNTELLEKT VƏ MƏXFİLİK: MÜASİR DÜNYADA TƏHLÜKƏLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR	310
Mammadova Gulbahar Gulmammad Abbasova Samira Vaqif	OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL REGIME OF PRODUCTION WELLS THROUGH GRADUAL REGULATION OF GAS EXTRACTION	315
Marina Todor STOJANOVA Dragutin A. DJUKIC Monika STOJANOVA Blazo LALEVIC	MONITORING THE INFLUENCE OF FOLIAR CALCIUM AMPLIFIERS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF 'DORA' PEPPER	321
Major Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU	WHICH PSORIASIS TREATMENT WORK BEST?	330
Furkan ŞAHİN Abdulvahap ADIGÜZEL	PERFORMANCE ANALYSIS OF AN EXISTING 8-STOREY BUILDING	331
А.Салехов Ш.Гасанова	АНАЛИЗ СЕРОПОЗИТИВНОСТИ К TOXOPLASMA GONDII СРЕДИ ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	332
Najim A Yassin	REVALENCE AND MOLECUCLAR DETECTION OF METHICILLIN-RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS) MRSA) AMONG MEDICA AND NON_MEDICAL STUDENTS	333
Okan ARSLAN Berna ARSLAN	THE ESSENTIAL IDEAL GRAPH OF GAMMA RINGS	334
Azər HÜSEYN Aytac FEYZULLAYEVA Şəms QULUZADƏ	ÖZÜNÜ MOTİVASİYA ÜÇÜN SAYT VƏ TƏTBİQİN YARADILMASI	335
Vasfiye BAYRAM DEĞER Ali CEYLAN	THE EFFECT OF TRAINING FOR STRESS CREATING SITUATIONS IN FOREIGN NURSING STUDENTS AND THEIR PROFESSIONAL ADAPTATION ON THEIR COMMUNICATION SKILLS AND METHODS OF COOPERATING WITH STRESS	338
L.Ç.SÜLEYMANOVA	SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF ENERGY SYSTEMS BY INNOVATION	342
Elnur Əlizadə	MƏSAMƏLİ MÜHİTDƏ MÜXTƏLİF FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLİ YAĞLARIN SIXIŞDIRILMASININ	345

	NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASINA TƏSİRİNİN TƏDQİQİ	
Leyla ŞÜKÜROVA Validə NURİYEVA	MOBİL PLATFORMALARDA DAŞINABİLƏN ELEKTRONİKANIN İSTİFADƏ METODOLOGİYASI	355
Zemfira Aliyeva	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN AGRICULTURE	357
Lala Zeynalabdın Gurbanova	BIOECOLOGICAL ANALYSIS OF SOME WILD SPECIES OF THE GENUS ALLIUM L. (AMARYLLIDACEAE)	360
Cevahir PARLAK	INVESTIGATING THE EFFECTS OF FEATURE SELECTION IN GENDER DETECTION UNDER EMOTIONAL SPEECH	361
Məryəm Yahuzər qızı Əsədova	AĞILLI ŞƏHƏRLƏRDƏ ENERJI ISTEHLAKININ PROQNOZLAŞDIRILMASI, TƏKLIF VƏ TƏLƏB BALANSININ OPTIMALLAŞDIRILMASI ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ MAŞIN ÖYRƏNMƏSI ALQORITMLƏR	362
Kələşova Natəvan Həmdiyyə qızı Məmmədova İradə Əli qızı Məmmədova Rima Zəhmət qızı	THE ROLE OF OUT-OF-CLASS AND INDEPENDENT WORK IN IMPROVING THE QUALITY OF MATHEMATICS LESSONS	363
Eda YILDIZHAN Mervan KAMAR Şehriban DURSUN DAĞ Burak Veli ÜLGER	INFLAMMATORY GRANULATION TISSUE DUE TO ULCER: CASE REPORT	372
Mervan KAMAR Eda YILDIZHAN Şehriban DURSUN DAĞ Burak Veli ÜLGER	COLONOSCOPIC AND HISTOLOGIC RESULTS OF A PATIENT WITH ENTEROBIASIS VERMICULARIS	378
Gülten TARHAN Volkan Mehmet ÇINAR Aydın ÜNAY	JASMONIC ACID IN CROPS	385
Nezihe GÖKHAN Hacı Bayram GÖKHAN Önder OTLU	HIRUDOTHERAPY APPLICATION IN HORSES WITH PHIMOSIS AND ARTHRITIS	392
Mahmut DİNGİL	MONITORING AND EVALUATING THE LONG-TERM SPATIAL EXPANSION OF A VILLAGE SETTLEMENT IN MOUUNTAINOUS TOPOGRAPHY: A CASE STUDY OF BURÇ VILLAGE, NİĞDE, TÜRKİYE	394
Malahat Farrukh Ismailova Aysel Mubariz Mammadova	THE ROLE OF THE SUBJECT INFORMATICS IN THE CREATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS	396
Babayev Rövşən Fərrux oğlu Məmmədov Bəhman Cəlil oğlu	MƏKTƏB RİYAZİYYAT TƏLİMİNDƏ QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN HƏLLİNİN BƏZİ ÜSULLARI	397
Orucov Tofiq Sərvəz oğlu Əhmədov Vilayət Uğurlu oğlu	THE QUESTION OF REALIZATION OF INTERSUBJECT COMMUNICATIONS AT TRAINING MATHEMATICS	398
İsmayılova Məlahət Fərrux qızı Məmmədov Məhəmməd Nazim oğlu Məmmədova Məhparə Səməd qızı	CALCULATION OF ECONOMIC ISSUES BY MEANS OF DEFINITE INTEQRAL	399

Pəri İlqar qızı Məmmədova	SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORIGANUM VULGARE L. SPECIES IN THE TERRITORY OF GUBA REGION	400
Vaqif Şahismayıl oğlu Abdullayev Əfsanə Məzahir qızı Mürsəlova Səyyarə İlham qızı Yusifova	ON THE DERIVATION AND APPLICATIONS OF SOME COMPLEX FORMULAS	402
Dinarə İslamova Şirin Qızı Aysu Süleymanova Habil Qızı	SÜNI INTELLEK: NƏZƏRIYYƏDƏN PRAKTIKAYA	403
Babushov Sabir Nariman oglu Sadiqova Konul Haji qizi	CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF SOME TYPES OF ECONOMIC PROBLEMS AND THEIR SOLUTION BY GRAPHIC METHOD	404
E.Q. Shirinov P.S. Safarova T.İ. Karimova	ELECTROCHEMICAL SEPARATION OF VANADIUM IN THE PRESENCE OF CHROMIUM FROM ALKALINE SOLUTIONS	405
Tarana Yusibova Gulgun Israfilova Hasanli Farida	ECOLOGICAL SITUATION OF THE GANJA-KAZAKH ECONOMIC DISTRICT	407
Ezgi Kalkan Medeni Maskan	ENHANCING OIL RECOVERY OF COTTONSEED OIL BY ENZYMATIC AQUEOUS EXTRACTION AND PLACKETT-BURMAN DESIGN	410
Ayşe Nur Çakı Ezgi Kalkan Medeni Maskan	PRODUCTION OF A COFFEE-LIKE PRODUCT FROM DATE AND OLIVE SEEDS: AN ALTERNATIVE TO TURKISH COFFEE	412
Elmira İSRAFİLOVA Aida MUSTAFAYEVA Nadimə CƏBRAYILOVA	MOBİL QURĞULAR ÜÇÜN ADAPTİV VEB-DİZAYNIN TƏHLİLİ	414
Məhəmməd Şöyübov	AĞILLI ŞƏBƏKƏLƏR: ELEKTRİK ŞƏBƏKƏSİ OPERATORLARI ÜÇÜN ÜSTÜNLÜKLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR	420
Asudə ABDURRAHMANOVA Şəbnəm NƏSİROVA Nərmin ƏHMƏDOVA Səbinə ƏLİYEVA	BLOCKCHAIN AND WEB 3.0: SECURE DEVELOPMENT OF THE FUTURE INTERNET	425
Gunay Nəsibova Aynur Həsənova	MİNGƏÇEVİR SU ANBARININ FLORA VƏ BİTKİLİYİ	427
Aysel Cəmil qızı Bayramova	SIFIR TULLANTI KONSEPSİYASI VƏ DAİRƏVİ İQTİSADİYYATIN TƏTBİQİ	429
Hüseynzadə Xəyalə Rəsulzadə Lalə	MODERN TEACHING OF NATURAL SCIENCES WITH STEAM TECHNOLOGIES	430
Tünzalə ƏLİFOVA Sevinc MƏMMƏDOVA	YOL-NƏQLİYYAT HADİSƏLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ MƏNFİ TƏSİRLƏRİ	433
Aidə Mübariz qızı Mustafayeva Günel Səfər qızı Baxşiyeva Elnur Oktay oğlu Xəlilov Zemfira Əhməd qızı Əliyeva Ceyhun Bəşir oğlu Əlizadə Səadət Rəfayıl qızı Aslanova	VİRTUAL SERVER TEXNOLOGİYALARININ RƏQƏMSAL İNFRASTRUKTURUN İNKİŞAFINDA ROLU VƏ GƏLƏCƏK PERSPEKTİVLƏRİ	434

Əmiraslanova Rəsmiyyə İsrayıl qızı	KRIPTOQRAFIK MÜHAFIZƏ METODLARININ TƏHLILI VƏ TƏDQIQI	440
Babayev Rövşən Fərrux oğlu Məmmədova Pərvin Kamil qızı	MƏKTƏB RİYAZİYYAT KURSUNDA İRRASİONAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ METODİKASI	447
Yasemin ASLAN TOPÇUOĞLU	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ECO-FRIENDLY BASALT FIBER ON SOIL STRENGTH	448
Elsevər Cəfərli	ATOM ELEKTRİK STANSİYALARINDA RADİASİYA TƏSİRİNİN MƏHDUDLAŞDIRILMASI ÜSULLARI	449
Sanur Natiq qızı Bəylərli-Sədiyeva	İQTİSADİ QƏRARVERMƏDƏ ƏTRAF MÜHİTLƏ ƏLAQƏLİ PROBLEMLƏR	450
Ivan PAVLOVIC	RESEARCH OF CANINE BABESIOSIS IN THE SPREAD BELGRADE AREA IN THE PERIOD 2021-2023	452
Alyona Cəfərova	BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN ÖLKƏNİN ENERJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ VƏ EKOLOJİ TARAZLIĞIN QORUNMASINDA ROLU	453
Aida Mustafayeva Firdovsi Qəhrəmanov	VİRTUAL KİTABXANA SİSTEMLƏRİNİN TƏHLİLİ VƏ PERSPEKTİVLƏRİ	454
Vüqar Nəzərov Camal Hacıyev Vasif Əhədov	CURRENT PROBLEMS AND DEVELOPMENT DIRECTIONS OF ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT IN THE ADVERTISING BUSINESS IN AZERBAIJAN	455
Elvin MURADZADƏ Gülüstan QASIMOVA	KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK STRATEGİYALARININ QURULMASI: BİZNES TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ BLOKÇEYNDƏN İSTİFADƏ	457
Almaz Aliyeva Aida Mustafayeva Mursel Pashayev	MECHANISMS FOR IMPROVING SMART DEVICES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	458
Natəvan VƏLİYEVA Şəbnəm İSLAMOVA	GLOBAL CLIMATE CHANGE AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT	461
Ahmad Abu Arra Eyüp Şişman	CRITICAL DROUGHT THRESHOLDS FOR DROUGHT CHARACTERISTICS	463
Mehmet Emin Birpınar Ahmad Abu Arra Eyüp Şişman	APPLICATION OF FREQUENCY INNOVATIVE TREND ANALYSIS (F-ITA) FOR STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI): A CASE STUDY OF KOCAELI USING ERA5-LAND, NASA DATA, AND GROUND OBSERVATIONS	464
Verdiyeva Fəridə Bəhram Əliyeva Tahirə Rafayel Sadıqov Ceyhun Şirin	STUDY OF LIGHT GRAY-BROWN SOILS SALINE IN THE KURA LOWLAND	465
Verdiyeva Fəridə Bəhram Zeynalova Aygün Nurəddin İsmayılova Məhsəti Eyvaz qızı	STUDY OF THE MORPHOGENETIC PROFILE OF SALINE LIGHT GRAY-BROWN SOILS OF THE KURA LOWLAND	466
Andrey Popatanasov Lyubka Tancheva Reni Kalfin	PARKINSON'S DISEASE AS PART OF THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND ITS NON-MOTOR SYMPTOMS: A TWO CENTURIES SAGA	468
Divya Gupta Gupta Swati Sanjay Kumar	COMPUTER AIDED MOLECULAR DESIGN	469
Abayomi M. Ajayi Monday O. Aghariagbonse Paul A. Adeleke Benneth Ben-Azu	EVALUATING THE HEALTH PROMOTING EFFECT OF SPONDIAS MOMBIN FRUIT JUICE IN HIGH-FAT DIET FED RAT MODEL: ECONOMIC POTENTIAL OF AN INDIGENOUS FRUIT	470

Solomon Umukoro		
Dao Lan Huong	THE REALATIONSHIP BETWEEN PARENTAL RELATIONSHIPS AND ADOLESCENTS' PERCEPTION OF HAPPINESS	471
Asim MAMMADOV	THE IMPORTANCE OF FOOD CULTURE TRANSFORMATION (ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF AZERBAIJAN)	472
Almaz Əliyeva	MÜASİR DÖVRDƏ TƏTBİQİ ELMLƏRİN İNKİŞAFI VƏ GƏLƏCƏK PERSPEKTİVLƏRİ	474

BİNALARDA YÜN İÇERİKLİ YALITIM MALZEMELERİ KULLANILDIĞINDA SİMÜLASYONLA ENERJİ PERFORMANSI DEĞERLENDİRİLMESİ

ENERGY PERFORMANCE EVALUATION WITH SIMULATION WHEN WOOL-CONTAINING INSULATION MATERIALS ARE USED IN BUILDINGSABSTRACT

İlknur ARI

YL. Öğrencisi, Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0009-0002-2638-2265

Figen BALO

Prof. Dr., Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0001-5886-730X

ÖZET

Dünya genelinde enerji tüketimi endüstri devriminden bu yana hızla artmaktadır. Nüfus artışı da bu enerji tüketimine büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Binalar, küresel enerji tüketiminin yaklaşık %31'ini ve enerjiye bağlı CO_2 emisyonlarının yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Binaların enerji performansını değerlendirmek, enerji verimliliğini artırarak enerji tasarrufu sağlar. Böylelikle fosil yakıtların kullanımı azalır ve enerji maliyetleri düşer. Türkiye, enerji ithalatına bağımlı bir ülke olduğu için Türkiye'deki binaların enerji performansını artırmak, enerji ithalatını azaltarak enerji bağımsızlığına yardımcı olacaktır. Bu çalışma için binaların dış duvarlarında yün içerikli yalıtım malzemeleri kullanılarak enerji performansları simülasyon destekli araştırılmıştır.

Çalışma için İzmir (Güzelyalı) ili iklim şartları dikkate alınarak 70 m^2 alana sahip yazlık ev tasarlanmıştır. Yapının dış duvalarında kullanılan yapı malzemeleri (hafif kil tuğla, hafif beton ve ponza tozu beton) ve yalıtım malzemelerinin (cam yünü, taş yünü, mineral yünü, cüruf yünü, ağaç yünü, koyun yünü, fiberglas yünü ve kenevir yünü) çeşitli kombinasyonları dıştan yalıtımlı olacak şekilde tasarlanarak yirmidört alternatif oluşturulmuştur. Tasarım ve oluşturulan alternatiflerin enerji performans analizi için IES-VE simülasyon programı kullanılmıştır. Yün esaslı yalıtım malzemelerinin ısı yalıtım özellikleri ve enerji verimliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, yün esaslı yalıtım malzemelerinin enerji verimliliği ve çevresel etkiler açısından binalarda kullanımının teşvik edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yün içerikli malzemeler, Enerji performansı, Enerji simülasyonu, IES-VE yazılımı.

ABSTRACT

Energy consumption worldwide has been increasing rapidly since the industrial revolution. Population growth also contributes significantly to this energy consumption. Buildings account for about 31% of global energy consumption and about one-third of energy-related CO2 emissions. Assessing the energy performance of buildings saves energy by increasing energy efficiency. This reduces the use of fossil fuels and lowers energy costs. Since Turkey is an energy import dependent country, improving the energy performance of buildings in Turkey will help energy independence by reducing energy imports. For this study, energy performances of buildings were investigated by using wool-containing insulation materials on the exterior walls of buildings with simulation support.

For the study, a summer house with an area of 70 m2 was designed considering the climatic conditions of Izmir (Güzelyalı). Twenty-four alternatives were created by designing various combinations of building materials (lightweight clay bricks, lightweight concrete and pumice powder concrete) and insulation materials (glass wool, stone wool, mineral wool, slag wool, wood wool, sheep wool,

fiberglass wool and hemp wool) used in the exterior walls of the building to be insulated from the outside. IES-VE simulation program was used for the design and energy performance analysis of the alternatives. The thermal insulation properties of wool-based insulation materials and their effects on energy efficiency were analyzed. The study reveals that the use of wool-based insulation materials in buildings should be encouraged in terms of energy efficiency and environmental impacts.

Keywords: Wool-containing materials, Energy performance, Energy simulation, IES-VE software.

1.GİRİŞ

Dünya genelindeki nüfus artışı, sosyoekonomik kalkınma, sanayileşme ve refah seviyesinin yükselmesiyle beraber yıllık %1 ila %2 oranında enerji tüketimi artmaktadır [1]. 2022 yılı verilerine göre, enerji tüketiminin yaklaşık %80'i fosil yakıtlardan (kömür, petrol ve doğalgaz) elde edilmektedir. Enerji kaynaklarının fosil kökenli olması ve bu enerjinin yüksek oranda kullanımı sonucu çevresel kirlilikle birlikte birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Sera gazı emisyonları bu çevresel kirliliğe sebep olan başlıca etmendir. Ayrıca fosil kökenli kaynakların tükenebilir olması da ileride enerji ihtiyacının karşılanması sorunlarını beraberinde getirebilmektedir. Ülkemiz kullandığı enerjinin %70'e yakın bir bölümünü ithal etmekte ve enerjinin yaklaşık % 40'ı, toplam elektrik tüketiminin ise yaklaşık % 43'ü konutlarda kullanılmaktadır [2] Ülkemiz enerji kaynaklarında dışa bağımlı bir ülke konumunda olması sebebiyle enerjiyi en verimli şekilde kullanmak ülke ekonomisine de büyük katkılar sağlayacaktır. Binalar, kullanılan enerjinin büyük bir kısmından sorumlu olduğu için karbon emisyonlarını azaltmada büyük bir potansiyele sahiptir [3]. Enerji tasarruflu, çevre dostu ve sürdürülebilir binalar tasarlamak enerji kaynaklarında tasarruf ve gelecek nesiller için temiz bir çevre sunacaktır [4]. Aynı zamanda mevcut yapı stoğunda da iyileştirmeler yaparak enerji performanslarını artırmak ülkelerin önceliklerindendir [5].

Enerji verimliliği için en etkili tasarım stratejilerinin pasif tasarım stratejileri (bina yönlendirmesi, doğal havalandırma, termal kütle, gün ışığı kullanımı ve gölgeleme), aktif teknolojiler (yüksek performanslı yalıtım, enerji verimli aydınlatma ve yenilenebilir enerji sistemleri) ve çoklu enerji sistemlerinin entegrasyonudur. Binalarda enerji verimliliğine teşvik etmek amacıyla ülkeler bazı sertifikasyon sistemleri geliştirmiştir. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) , LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) , TS EN ISO 50001 gibi sertifikasyon sistemleri mevcuttur [6, 7].

TS EN ISO 50001: Türkiye'de ve uluslararası düzeyde kabul gören bir enerji yönetim sistemi standardıdır. Bu standart, işletmelerin enerji kullanımını verimli hale getirmeleri için bir yönetim sistemine sahip olmalarını gerektirir. Enerji verimliliği, enerji kullanımı ve enerji tüketimi gibi konular üzerinde odaklanır ve işletmelerin enerji performanslarını sürekli olarak iyileştirmelerini sağlamaktadır [8].

Enerji performansı yüksek yapılar tasarlamak için özellikle zemin, çatı, duvarlar, pencereler ve kapılar gibi enerji kayıplarından sorumlu elemanlarda uygun malzemeler kullanmak çok önemlidir. Binaların dış duvarlarında uygun yalıtım malzemesi kullanımı kullanmamaya oranla %45-%55 oranında tasarruf sağlayabilmektedir [9]. Yün esaslı yalıtım malzemeleri %50 biyolojik parçalanma, antibakteriyel özellikleri ve termal yalıtım özellikleri sunarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır [10]. Yün esaslı yalıtım malzemeleri geleneksel yalıtım malzemelerine kıyasla enerji verimliliğine daha çok katkı sağlamaktadır [11]. Çevre dostu, geri dönüştürülebilir, düşük sağlık riski taşıyan, yüksek yangın direncine sahip, iyi ses ve ısı yalıtımı sağlayan, sürdürülebilir ve ekonomik avantajlar sunduğu bilinmektedir [12,13,14].

Bu çalışma için İzmir (Güzelyalı) ili iklim şartları ve optimum yalıtım kalınlığı dikkate alınarak 70 m^2 alana yazlık ev tasarlanmıştır. Tek kat tasarlanan yapının dış duvarlarında dıştan yalıtımlı duvar tipi olacak şekilde; yün içerikli yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü, mineral yünü, cüruf yünü, ağaç yünü, koyun yünü, fiberglas yünü ve kenevir yünü) ve duvar örgü malzemesi olarak hafif kil tuğla, hafif beton ve ponza tozu beton kullanılmıştır. Kullanılan sekiz farklı yün içerikli yalıtım malzemeleri ve üç farklı duvar örgü malzemelerinin çeşitli kombinasyonları sonucu 24 alternatif senaryo elde edilmiştir.

Bu 24 alternatifin yıllık toplam enerji tüketimleri ve karbondioksit salınım miktarları IES-VE enerji simülasyonu kullanılarak elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

İzmir (Güzelyalı) ili iklim şartları göz önünde bulundurularak, yapının genel özellikleri ve kullanılan tüm malzemelerin yoğunluk, ısı iletkenlik katsayısı gibi özellikleri, yapının duvarlarında kullanılan malzeme kalınlıkları IES-VE simülasyon yazılımına girdi olarak işlenmiştir. Yapının geometrisi IES-VE programı aracılığıyla oluşturulmuş ve analiz sonuçları, girilen parametreler kullanılarak IES-VE simülasyon programı ile elde edilmiştir.

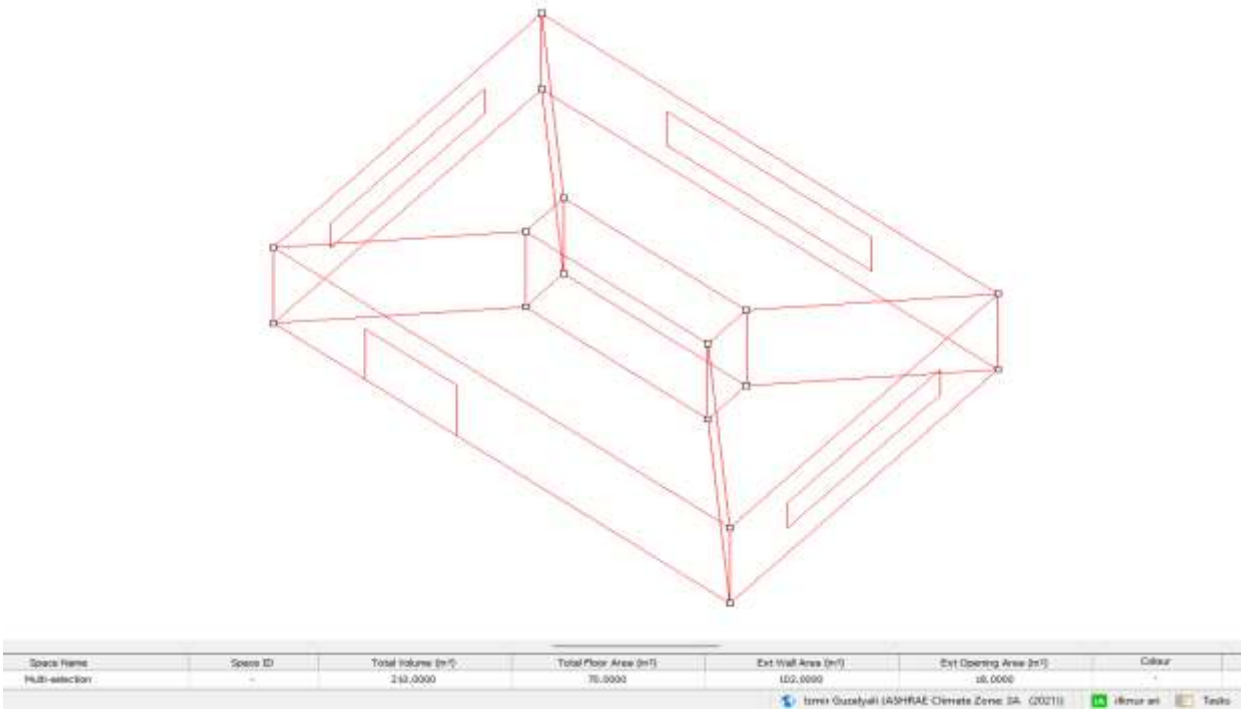
2.1. Projenin Hazırlanması Ve Modellenmesi

Çalışmada tasarlanan yazlık ev yapısının genel bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur.

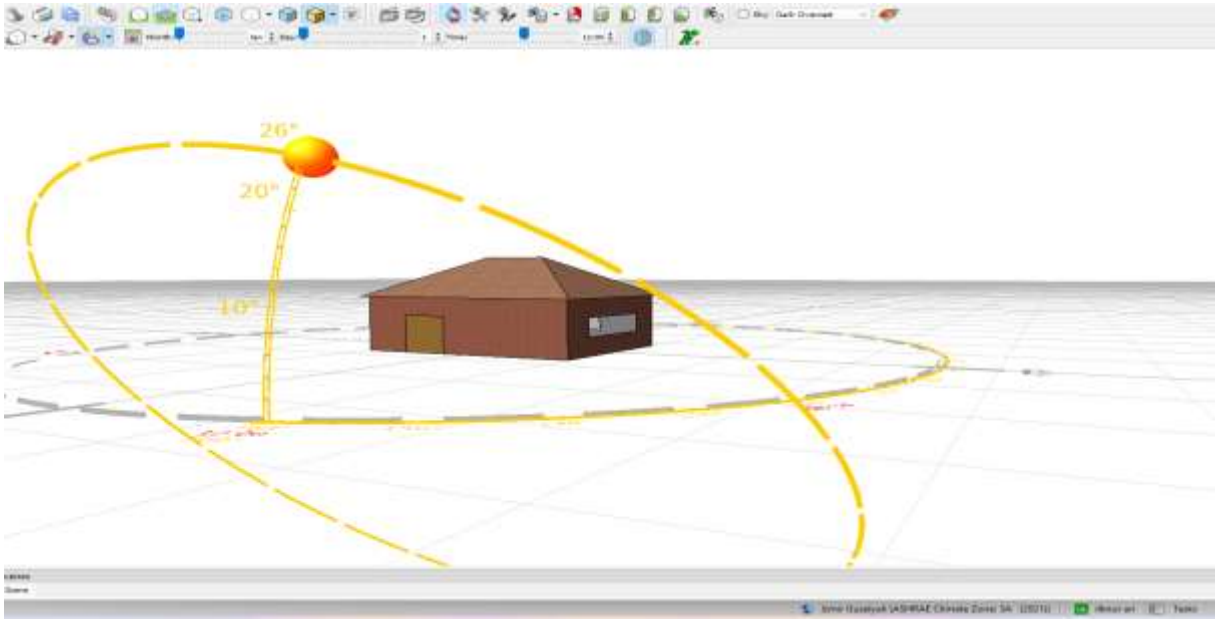
Tablo 1.Yapı Hakkında Genel Bilgiler

BİNA BİLGİLERİ	
Taşıyıcı Sistem	Betonarme
Toplam Kat	1
Kat Yüksekliği	3.00 m
Toplam İnşaat Alanı	70 m²
Toplam Dış Duvar Yüzey Alanı	102 m²
Toplam Pencere-Kapı Alanı	18 m²

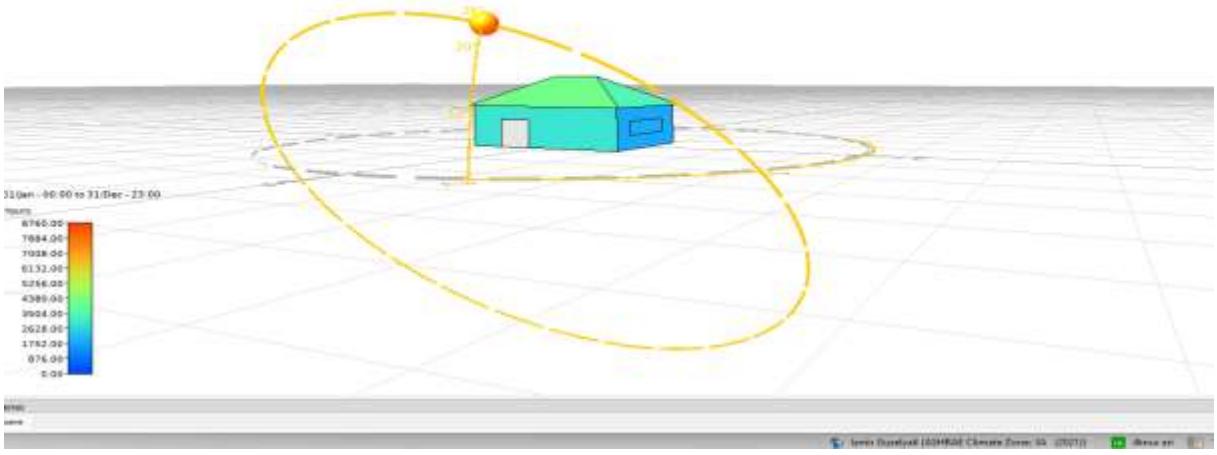
IES-VE simülasyonunda tasarımı yapılan projenin modellenmesi Şekil 1'de, projenin üç boyutlu modeli Şekil 2'de ve projenin enerji modellemesi Şekil 3'de sunulmuştur.



Şekil 1. Projenin Modellenmesi



Şekil 2.Projenin IES-VE Simülasyonunda Üç Boyutlu Modellenmesi



Şekil 3.Projenin IES-VE Simülasyonunda Enerji Modellemesi

2.2. Projede Kullanılan Malzeme Bilgileri

Çalışma için tasarlanan projede kullanılan malzemelerin kalınlık bilgileri Tablo 2'de sunulmuştur. Projede yalıtım malzemesi olarak cam yünü, taş yünü, mineral yünü, cüruf yünü, ağaç yünü, koyun yünü, fiberglas yünü ve kenevir yünü, duvar örgü malzemesi olarak hafif kil tuğla, hafif beton ve ponza tozu beton kullanılmıştır.

Tablo 2. Kullanılan Malzemelerin Kalınlık Bilgileri

MALZEME BİLGİSİ	**[mm]**
Yapı Malzemesi Kalınlığı	**200**
Yalıtım Malzemesi Kalınlığı	**40**
Sıva Kalınlığı	**40**
TOPLAM	**280**

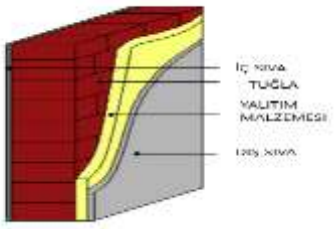
Tablo 3. Yapı Malzemelerinin Termo-Fiziksel Özellikleri

YAPI MALZEMELERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

		Isı İletkenliği [W/(m·K)]	**Yoğunluk [kg/m³]**
Yapı Malzemeleri	Hafif kil tuğla	0,29	1020,00
	Hafif beton	0,35	1000,00
	Ponza tozu beton	0,38	1010,00
Yalıtım Malzemeleri	Cam yünü	0,040	189,00
	Taş yünü	0,043	150,00
	Mineral yünü	0,030	74,00
	Cüruf yünü	0,041	350,00
	Ağaç yünü	0,065	250,00
	Koyun yünü	0,039	18,00
	Fiberglas yünü	0,030	48,00
	Kenevir yünü	0,038	99,00
Sıva	Plaster	0,021	700,00

2.3. Uygulama Detayları

Kullanılan yün içerikli yalıtım malzemelerinden her birinin 3 farklı duvar örgü malzemesi ile kombinasyonu yapılarak toplamda 8*3 olacak şekilde 24 farklı alternatif senaryo elde edilmiştir. Malzeme kombinasyonları dıştan yalıtımlı duvar tipinde dizayn edilmiştir. Dıştan yalıtımlı duvar dizaynı Şekil 4'de sunulmuştur. Alternatiflerin uygulama biçimi Tablo 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. Dıştan yalıtımlı duvar modeli [15]

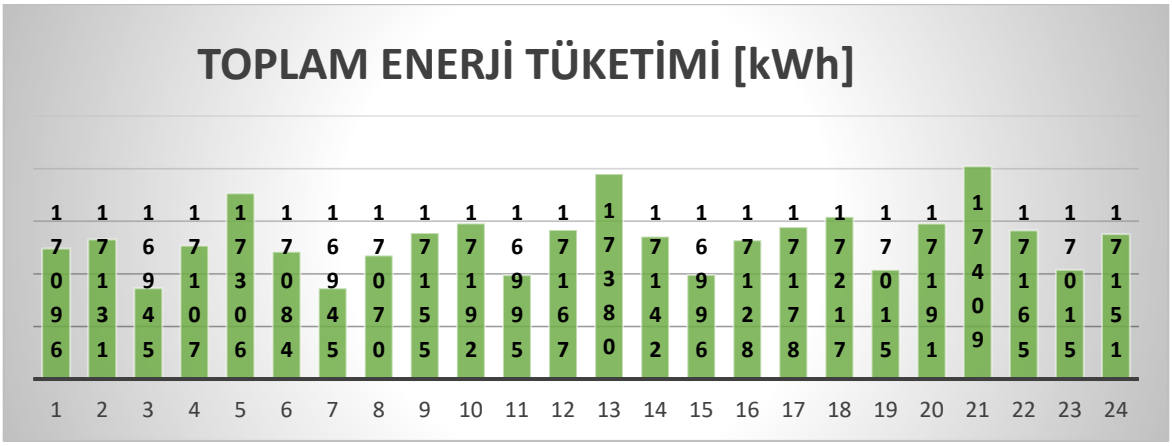
Tablo 4.Malzemelerin Uygulama Detayları

İZMİR GÜZELYALI	UYGULAMA DETAYLARI			
Alternatif 1	Sıva (20mm)	Cam Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 2	Sıva (20mm)	Taş Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 3	Sıva (20mm)	Mineral Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 4	Sıva (20mm)	Cüruf Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 5	Sıva (20mm)	Ağaç Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 6	Sıva (20mm)	Koyun Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 7	Sıva (20mm)	Fiberglas Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 8	Sıva (20mm)	Kenevir Yünü (40 mm)	Hafif Kil Tuğla (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 9	Sıva (20mm)	Cam Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 10	Sıva (20mm)	Taş Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 11	Sıva (20mm)	Mineral Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 12	Sıva (20mm)	Cüruf Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 13	Sıva (20mm)	Ağaç Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 14	Sıva (20mm)	Koyun Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 15	Sıva (20mm)	Fiberglas Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 16	Sıva (20mm)	Kenevir Yünü (40 mm)	Hafif Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 17	Sıva (20mm)	Cam Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 18	Sıva (20mm)	Taş Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 19	Sıva (20mm)	Mineral Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 20	Sıva (20mm)	Cüruf Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 21	Sıva (20mm)	Ağaç Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 22	Sıva (20mm)	Koyun Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 23	Sıva (20mm)	Fiberglas Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 24	Sıva (20mm)	Kenevir Yünü (40 mm)	Ponza Tozu Beton (200 mm)	Sıva (20mm)

NOT: Alternatifler dışarıdan içeriye doğru sıralanmıştır.

3. IES-VE ENERJI SIMÜLASYON PROGRAMI ANALİZİ İLE ELDE EDİLEN BULGULAR

Çalışmada IES-VE enerji simülasyon programı kullanılarak İzmir (Güzelyalı) ili iklim şartlarında tasarlanan 70 m^2 alana sahip yazlık evin, seçilen yün içerikli yalıtım malzemeleri ve seçilen yapı malzemeleri ile oluşturulan alternatifler ile inşa edilmesi durumu araştırılmıştır. İzmir ili iklim şartları dikkate alınarak farklı kombinasyonlarla tasarlarlanan yapı alternatiflerinin yıllık toplam enerji tüketimi değerleri Şekil 5'de sunulmuştur. İzmir ili için planlanan yazlık evin IES-VE enerji simülasyon programı ile yapılan analizleri ile elde edilen toplam karbondioksit salınımı değerleri Şekil 6'de sunulmuştur.



Şekil 5. Yıllık Toplam Enerji Tüketimi Değerleri

Alternatif senaryolar incelendiğinde yıllık enerji tüketimine göre en olumlu sonucun 16945 kWh ile 3. ve 7. alternatifler olduğu görülmüştür. 3.alternatifte yalıtım malzemesi olarak mineral yünü yapı malzemesi olarak hafif kil tuğla kullanılmıştır. 7.alternatifte ise yalıtım malzemesi olarak fiberglas yünü yapı malzemesi olarak hafif kil tuğla kullanılmıştır. 16995-16996 kWh ile diğer olumlu sonuçları veren alternatifler sırasıyla 11 ve 15 olmuştur. Bu alternatiflerin ikisinde de yapı malzemesi olarak hafif beton kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak ise 11.alternatifte mineral yünü, 15.alternatifte fiberglas yünü kullanılmıştır.

En olumsuz alternatif ise 17409 kWh ile 21.alternatif olmuştur. Bu alternatif senaryoda ponza tozu beton ve ağaç yünü malzemeleri kullanılmıştır. Diğer olumsuz sonuçlar 17380 kWh ile 13. ve 17306 kWh ile 5.alternatifler olmuştur. Her üç alternatifte de kullanılan yün içerikli yalıtım malzemesi ağaç yünüdür. Yapı malzemesi olarak ise 5.alternatifte hafif kil tuğla, 13.alternatifte hafif beton kullanılmıştır.

Şekil 6. Yıllık Toplam Karbondioksit Salınımı Değerleri

Analiz sonuçlarına göre yıllık toplam karbondioksit salınımı bakımından en olumlu sonucun 6932 $kgCO_2$ ile 3. ve 7.alternatifler olduğu elde edilmiştir. En olumlu sonuca yakın diğer değerle 6943 $kgCO_2$ ile 11.ve 15. alternatifler olmuştur.

En olumsuz sonucu veren alternatifler; 7032 $kgCO_2$ ile 21., 7026 $kgCO_2$ ile 13. ve 7010 $kgCO_2$ ile 5. alternatifler olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, IES-VE enerji analiz programı ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, en olumlu ve en olumsuz alternatifler karşılaştırıldığında; en iyi alternatifin kullanılması durumunda yıllık enerji tüketiminde %2,67 ve yıllık karbondioksit salınımında %1,42 azalma sağlanabileceği belirlenmiştir. Çalışma için seçilen malzemeler arasından enerji performansı en yüksek malzemenin kullanılması enerji tasarrufuna katkı sağlayacak ve İzmir ilindeki binalarda toplam enerji tüketimini ve karbondioksit salınımını azaltacaktır.

Çalışmada kullanılan duvar örgü malzemelerinden hafif kil tuğlanın hafif beton ve ponza tozu betona göre daha yüksek enerji performansına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan simülasyonlar, yün içerikli yalıtım malzemelerinin enerji performansı açısından oldukça avantajlı olduğunu göstermiştir. Bu malzemeler, binaların ısı yalıtımı ve enerji verimliliği açısından diğer malzemelere göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yün içerikli yalıtım malzemelerinin kullanımı, binaların enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik performansı açısından önemli bir rol oynayacaktır. Yün içerikli yalıtım malzemelerinin enerji performansları sıralaması şu şekilde olmuştur:

1. Mineral yünü
2. Fiberglas yünü
3. Kenevir yünü
4. Cüruf yünü
5. Cam yünü
6. Koyun ünü
7. Taş yünü
8. Ağaç yünü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi MF.24.92 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] World Energy Supply And Consumption. https://tr.wikipedia.org

[2] Aydın, Ö. (2019). Binalarda Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılan Projelerin Değerlendirilmesi: Türkiye örneği. *Mimarlık ve Yaşam*, *4*(1), 55-68.

[3] Kampik, M., Fice, M., Pilśniak, A., Bodzek, K., & Piaskowy, A. (2023). An Analysis of Energy Consumption in Small and Medium Sized. Buildings. *Energies*. https://doi.org/10.3390/en16031536.

[4] Chwieduk, D. (2003). Towards Sustainable-Energy Buildings. *Applied Energy*, 76, 211-217. https://doi.org/10.1016/S0306-2619(03)00059-X.

[5] Penna, P., Prada, A., Cappelletti, F., & Gasparella, A. (2015). Multi-Objectives Optimization Of Energy Efficiency Measures in Existing Buildings. *Energy and Buildings*, 95, 57-69. https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2014.11.003.

[6] Yılmaz, E., & Balyemez, S. (2020). Türkiye'de Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *15*(57), 1-18.

[7] Uruk, Z. F., & İslamoğlu, A. K. K. (2019). BREEAM, LEED Ve DGNB Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Standart Bir Konutta Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 143-154.

[8] Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (n.d.). *TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi*. Retrieved from https://www.tse.org.tr/ts-en-iso-50001-enerji-yonetim-sistemi/

[9] Terhan, M., & Abak, S. (2023). Energy, Exergy Analysis and Optimization of İnsulation Thickness on Buildings in a Low-Temperature District Heating System. *Journal of Thermal Engineering*. https://doi.org/10.18186/thermal.1243502.

[10] Cai, Z., Faruque, M., Kiziltas, A., Mielewski, D., & Naebe, M. (2021). Sustainable Lightweight Insulation Materials from Textile-Based Waste for the Automobile Industry. *Materials*, 14. https://doi.org/10.3390/ma14051241.

[11] Ahmed, A., Qayoum, A., & Mir, F. (2019). Investigation of the Thermal Behavior of the Natural İnsulation Materials for Low Temperature Regions. *Journal of Building Engineering*. https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.100849.

[12] Parlato, M., & Porto, S. (2020). Organized Framework of Main Possible Applications of Sheep Wool Fibers in Building Components. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su12030761.

[13] Dénes, T., Iştoan, R., Tămaş-Gavrea, D., Manea, D., Hegyi, A., Popa, F., & Vasile, O. (2022). Analysis of Sheep Wool-Based Composites for Building Insulation. *Polymers*, 14. https://doi.org/10.3390/polym14102109.

[14] Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J., & Bednar, T. (2012). Performance Evaluation and Research of Alternative Thermal İnsulations Based on Sheep Wool. *Energy and Buildings*, 49, 246-253. https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2012.02.014.

[15] Uçar, A., & Balo, F. (2010). Determınatıon of the Energy Savıngs and the Optımum Insulatıon Thıckness in the Four Dıfferent Insulated Exterıor Walls. *Renewable Energy*, 35, 88-94. https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2009.07.009.

FARKLI YALITIM MALZEMELERİ İLE TASARLANMIŞ DOĞAL VE YAPAY TAŞ BİNALARIN ENERJİ ANALİZİ

ENERGY ANALYSIS OF NATURAL AND ARTIFICIAL STONE BUILDINGS DESIGNED WITH DIFFERENT INSULATION MATERIALS

İlknur ARI

YL. Öğrencisi, Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0009-0002-2638-2265

Figen BALO

Prof. Dr., Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0001-5886-730X

ÖZET

Günümüzde enerji tüketimi, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler açısından oldukça önemlidir. Binalar, toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturarak, fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımını artırmakta ve sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Bu durum, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden stratejilerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Birçok ülkede, binaların enerji verimliliği standartlarına uyması gerekmektedir. Enerji analizi, bu yasal gereklilikleri karşılamaya yardımcı olacak önemli sonuçlar vermektedir. Enerji analizi, binaların enerji tüketimini optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Bu, enerji maliyetlerini düşürmekte ve enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

Çalışma için İzmir (Çiğli) ili iklim şartlarında 50 m^2 alana sahip güvenlik kulübesi tasarlanmıştır. Tasarım için kulübenin dış duvarlarında yapı malzemesi olarak yapay taş ve kireçtaşı kullanılmıştır. Yalıtım malzemesi olarak perlit, vermikülit, selüloz, polietilen, fiberglas, taş yünü, genişletilmiş polistren, ekstrüde polistren, poliüretan levha, cam elyaf levha ve mineral elyaf levha kullanılmıştır. Kullanılan iki taş yapı malzemesi ve farklı onbir adet yalıtım malzemelerinin duvar tipi dıştan yalıtımlı olacak şekilde çeşitli kombinasyonları sonucu yirmiiki adet alternatif oluşturulmuştur. Oluşturulan alternatiflerin analizleri IES-VE enerji simülasyon programı ile elde edilmiştir. Sonuçlar, doğal ve yapay taş binaların enerji performansını iyileştirmek için hangi yalıtım malzemelerinin daha etkili olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçları enerji açısından en doğru malzeme seçiminin yapılması için katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalıtım malzemeleri, Enerji analizi, IES-VE simülasyonu, Binalarda enerji.

ABSTRACT

Today, energy consumption is very important in terms of sustainability and environmental impacts. Buildings account for a large share of total energy consumption, increasing the use of fossil-based energy resources and causing greenhouse gas emissions. This has made it imperative to develop strategies that promote energy efficiency and the use of renewable energy sources. In many countries, buildings are required to comply with energy efficiency standards. Energy analysis provides important results to help meet these legal requirements. Energy analysis helps to optimize the energy consumption of buildings. This reduces energy costs and enables more efficient use of energy resources.

For the study, a security hut with an area of 50 m2 was designed in the climatic conditions of İzmir (Çiğli). For the design, artificial stone and limestone were used as building materials for the exterior walls of the hut. Perlite, vermiculite, cellulose, polyethylene, fiberglass, rock wool, expanded polystyrene, extruded polystyrene, polyurethane board, glass fiber board and mineral fiber board were used as insulation materials. Twenty-two alternatives were created as a result of various combinations

of the two stone building materials used and eleven different insulation materials in such a way that the wall type would be externally insulated. The analyses of the alternatives were obtained with the IES-VE energy simulation program. The results show which insulation materials are more effective to improve the energy performance of natural and artificial stone buildings. The results of the analysis contribute to the selection of the most energy-efficient material.

Keywords: Insulation materials, Energy analysis, IES-VE simulation, Energy in buildings.

1.GİRİŞ

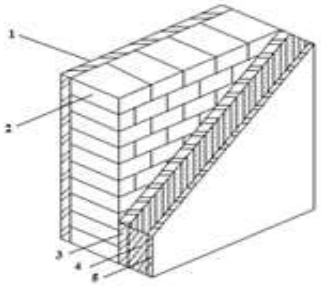
Enerji verimliliği, enerji kaynaklarının tükenebilme durumundan ve kullanılan fosil kökenli enerji kaynaklarının oluşturduğu sera gazı emisyonlarından dolayı günümüzün en önemli konularından biri haline gelmiştir. Binalar tüm ülkelerde ofis, ticari amaçlar ve konut olarak inşa edilmektedir ve dünya çapında, tüm birincil enerjinin %30-40'ı binalar için kullanılmakta [1]. Mimarlık, mühendislik, inşaat ve tesis yönetimi, küresel ısınmanın artan tehdidi, hızlı teknolojik yenilik ve hızlı ekonomik gelişme nedeniyle artık enerji verimli binalara olan talebi ele almaya başlamıştır [2,3]. Binalarda enerji analizi, özellikle artan enerji maliyetleri ve çevresel endişeler bağlamında enerji tüketimini optimize etmek ve verimliliği artırmak için çok önemlidir. Enerji krizleri ve küresel ısınma her geçen gün daha da kötüleştiği için özellikle bina tasarımında enerji analizlerinin önemi giderek artmaktadır [2]. Bir binanın yaşam döngüsü boyunca, tasarımdan işletmeye kadar enerji kullanımını değerlendirmek ve enerji talebini azaltmak için stratejiler geliştirmek enerji verimliliği için önemli bir adımdır. Enerji verimliliğine katkı sağlayan enerji analizi, özellikle mevcut enerji krizi ve küresel ısınmanın etkileri göz önüne alındığında, bina tasarım sürecindeki en önemli faktörlerden biri haline gelmektedir [4].

Enerji analiz teknikleri manuel yöntemlerden karmaşık bilgisayar simülasyonlarına kadar uzanmaktadır. Bilgisayar destekli araçlar, tasarım stratejilerini, standartlara uyumu ve ekonomik optimizasyonu değerlendirmek için özellikle etkilidir. Bu araçlar, çeşitli senaryoları simüle ederek ve bina performansını optimize ederek karar vermeyi kolaylaştırmaktadır [5]. Bina enerji performansı simülasyon programları, enerji açısından verimli binalar tasarlamak ve enerji tüketimlerini değerlendirmek için olmazsa olmaz araçlardır. Simülasyon yazılımının seçimi, tasarım aşaması ve simülasyon özellikleri gibi projenin özel ihtiyaçlarını dikkate almalıdır. Bazı araçlar, basitlikleri ve hızları nedeniyle erken aşama tasarım kararları için daha uygundur, diğerleri ise daha ayrıntılı modelleme yetenekleri sunmaktadır [6,7]. Enerji simülasyon araçları, Bina enerji simülasyon araçları genel modelleme özellikleri, bölge yükleri, bina zarfı, gün ışığından yararlanma, sızma, havalandırma, yenilenebilir enerji sistemleri, elektrik sistemleri, HVAC sistemleri, çevresel emisyonlar, ekonomik değerlendirme, iklim verilerinin kullanılabilirliği, sonuçların raporlanması, doğrulama ve kullanıcı arayüzünü içermektedir [8].Bina enerji simülasyon araçları çok yönlü ve güçlüdür ve enerji açısından verimli bina tasarımı ve yönetimini desteklemek için çok çeşitli özellikler sunar. Kullanıcı erişilebilirliği, entegrasyon ve sürdürülebilirliğe odaklanarak modelleme, simülasyon ve analiz için temel yetenekler sağlarlar. Bu araçlar, bina enerji performansını optimize etmeyi ve çevresel etkiyi azaltmayı amaçlayan mimarlar, mühendisler ve araştırmacılar için çok önemlidir. Enerji simülasyon yazılımları, enerji yönetimi ve sürdürülebilir tasarımı desteklemek amacıyla gelişmiş teknolojileri ve kullanıcı dostu arayüzleri bir araya getirerek sürekli olarak ilerlemektedir. Web tabanlı araçların geliştirilmesi ve akıllı şebeke teknolojileriyle entegrasyon, bu alanın geleceğini şekillendiren ana eğilimlerdir.

Binalarda enerji verimliliğini artırmak için dış duvarlarda kullanılan malzemeler büyük önem taşır. Doğru seçilmiş ve uygulanmış malzemeler, enerji tüketimini önemli ölçüde düşürebilir, termal konforu iyileştirebilir ve sera gazı emisyonlarını azaltabilir. [9]. İklim ve bina tipine göre uygun malzemeler seçilerek, enerji tüketiminde önemli azalmalar ve termal konforda iyileştirmeler elde edilebilmektedir. Böylelikle sadece çevresel sürdürülebilirlik desteklenmekle kalmaz, aynı zamanda düşük enerji maliyetleri yoluyla ekonomik faydalar da sağlanabilmektedir. Özellikle binaların dış duvarlarında yalıtım malzemelerinin kullanımı enerji tasarrufu, binaların uzun ömürlü olması ve termal konfor için oldukça önemlidir [10]. Genleştirilmiş polistren (EPS) gibi yalıtım malzemelerinin dış duvarlarda

kullanılması ısı geçirgenliğini %45 oranında azaltarak enerji verimliliğine oldukça fazla katkı sağlamaktadır [11].

Enerji analizini yapmak için İzmir (Çiğli) ili iklim şartlarında 50 m^2 alana sahip güvenlik kulübesi IES-VE enerji simülasyon programı aracığıyla tasarlanmıştır. Bu tasarım için kullanılan 11 farklı yalıtım malzemesi (perlit, vermikülit, selüloz, polietilen, fiberglas, taş yünü, genişletilmiş polistren, ekstrüde polistren, poliüretan levha, cam elyaf ve mineral elyaf) ve duvar örgü malzemesi olarak kullanılan yapay taş ve kireç taşının çeşitli kombinasyonları sonucu 22 alternatif senaryo oluşturulmuştur. Malzemeler dıştan yalıtımlı duvar tipine entegre edilmiştir. Dıştan yalıtımlı duvar modeli Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Dıştan yalıtımlı duvar modeli [12]

2. MATERYAL VE METOD

İzmir (Çiğli) ili iklim şartları göz önünde bulundurularak, yapının genel özellikleri ve kullanılan tüm malzemelerin yoğunluk, ısı iletkenlik katsayısı gibi özellikleri IES-VE simülasyon yazılımına girdi olarak işlenmiştir. Yapının geometrisi IES-VE programı aracılığıyla oluşturulmuş ve analiz sonuçları, girilen parametreler kullanılarak IES-VE simülasyon programı ile elde edilmiştir.

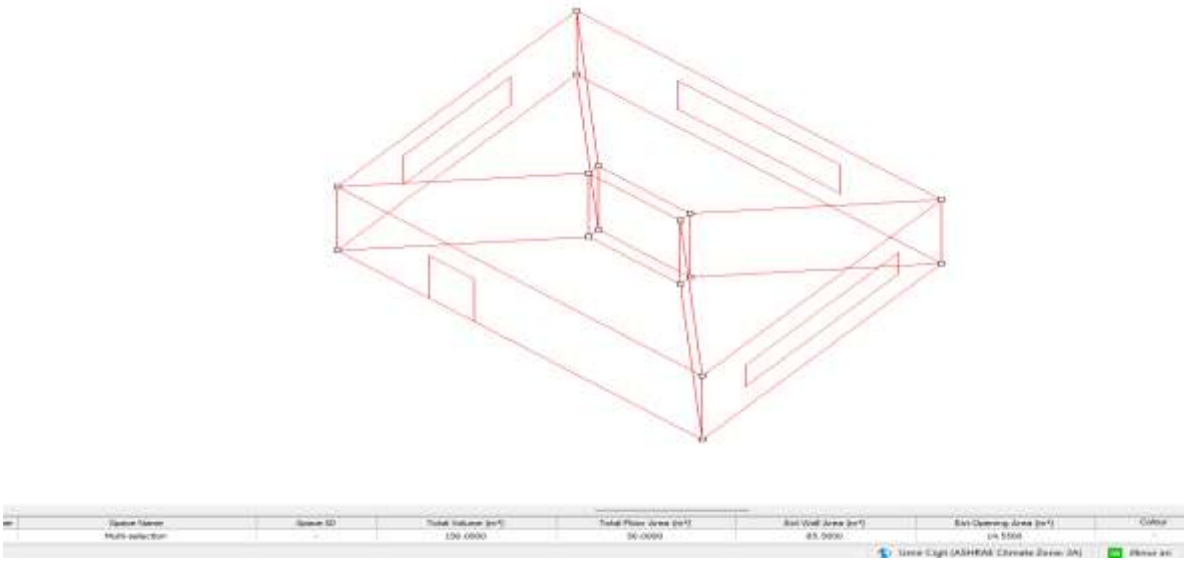
2.1. Projenin Hazırlanması Ve Modellenmesi

Çalışma için tasarlanan güvenlik kulübesinin genel bilgileri Tablo 1' sunulmuştur.

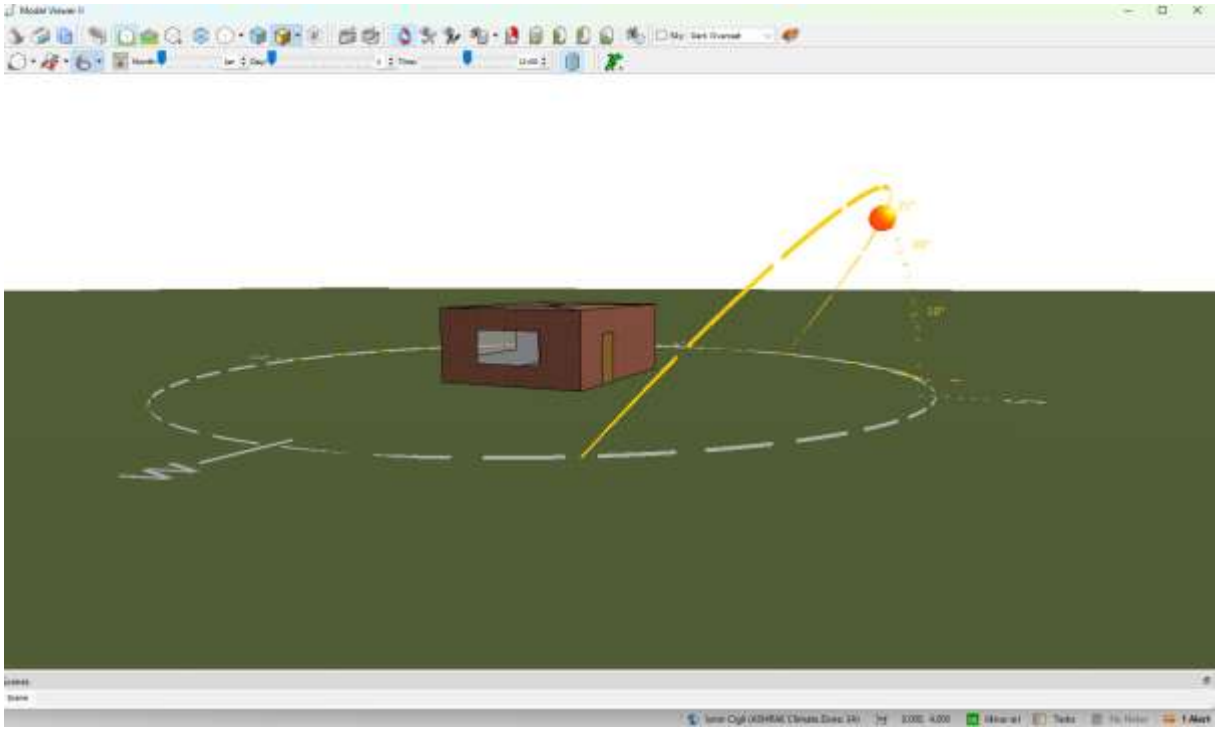
Tablo 1.Yapı Hakkında Genel Bilgiler

BİNA BİLGİLERİ	
Taşıyıcı Sistem	Betonarme
Toplam Kat	1
Kat Yüksekliği	3.00 m
Toplam İnşaat Alanı	50 m²
Toplam Dış Duvar Yüzey Alanı	85.5 m²
Toplam Pencere-Kapı Alanı	14.6 m²

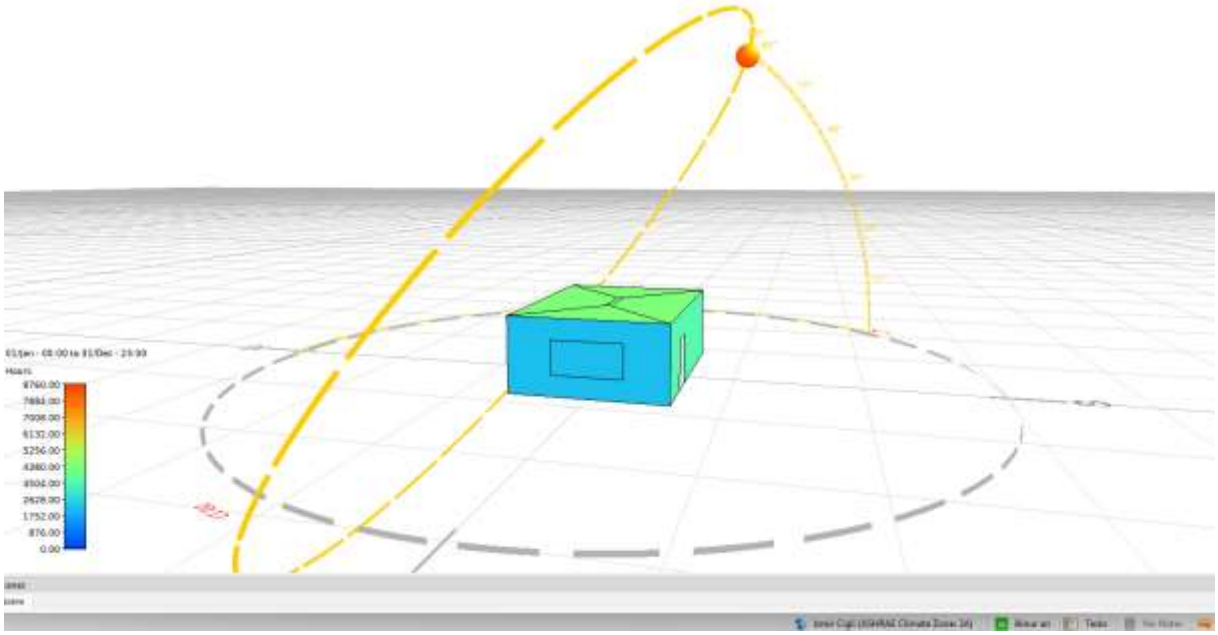
IES-VE simülasyonunda tasarımı yapılan projenin modellenmesi Şekil 2'de, projenin üç boyutlu modeli Şekil 3'de ve projenin enerji modellemesi Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 2. Projenin Modellenmesi



Şekil 3.Projenin IES-VE Simülasyonunda Üç Boyutlu Modellenmesi



Şekil 4.Projenin IES-VE Simülasyonunda Enerji Modellemesi

2.2. Projede Kullanılan Malzeme Bilgileri

Çalışma için tasarlanan projede kullanılan malzemelerin kalınlık bilgileri Tablo 2'de sunulmuştur. Projede yalıtım malzemesi olarak perlit, vermikülit, selüloz, polietilen, fiberglas, taş yünü, genişletilmiş polistren, ekstrüde polistren, poliüretan levha, cam elyaf levha ve mineral elyaf levha, duvar örgü malzemesi olarak yapay taş ve doğal taş kullanılmıştır.

Tablo 2. Kullanılan Malzemelerin Kalınlık Bilgileri

MALZEME BİLGİSİ	[mm]
Yapı Malzemesi Kalınlığı	200
Yalıtım Malzemesi Kalınlığı	40
Sıva Kalınlığı	40
TOPLAM	280

Proje için kullanılan tüm malzemelerin ısı iletkenlik ve yoğunluk katsayıları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Yapı Malzemelerinin Termo-Fiziksel Özellikleri [13]

YAPI MALZEMELERİNİN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ			
		Isı İletkenliği [W/(m·K)]	**Yoğunluk [kg/m³]**
Yapı Malzemeleri	Yapay taş	1,300	1750,00
	Kireç taşı	1,500	2180,00
Yalıtım Malzemeleri	Perlit	0,040	32,00
	Vermikilit	0,063	64,00
	Selüloz	0,054	30,00
	Polietilen	0,041	35,00
	Fiberglas	0,033	12,00
	Taş yünü	0,037	40,00
	Genişletilmiş polistren	0,037	16,00
	Extrüde polistren	0,030	26,00
	Poliüretan levha	0,025	30,00
	Cam elyaf levha	0,035	25,00
	Mineral elyaf levha	0,040	30,00
Sıva	Plaster	0,021	700,00

2.3. Uygulama Detayları

Her bir yalıtım malzemesinin kullanılan iki farklı duvar örgü malzemesi ile kombinasyonu gerçekleştirilerek ve dıştan yalıtımlı duvar tipine uygulanarak 11*2 olacak şekilde 22 farklı alternatif senaryo oluşturulmuştur. Binaların dış duvarlarının, dışarıdan ısı yalıtım özellikli malzemelerle kaplanmasına "dıştan yalıtım" denir. Dıştan yalıtımlı duvar tipinde, yalıtım malzemesi dış tarafa, yapı malzemesi ise iç tarafa gelecek şekilde tasarlanır. Dıştan yalıtım, enerji verimliliğini artırmak ve bina ömrünü uzatmak amacıyla özellikle tercih edilmektedir. Tüm alternatiflerin uygulama biçimi Tablo 4'de gösterilmiştir.

,Tablo 4.Malzemelerin Uygulama Detayları

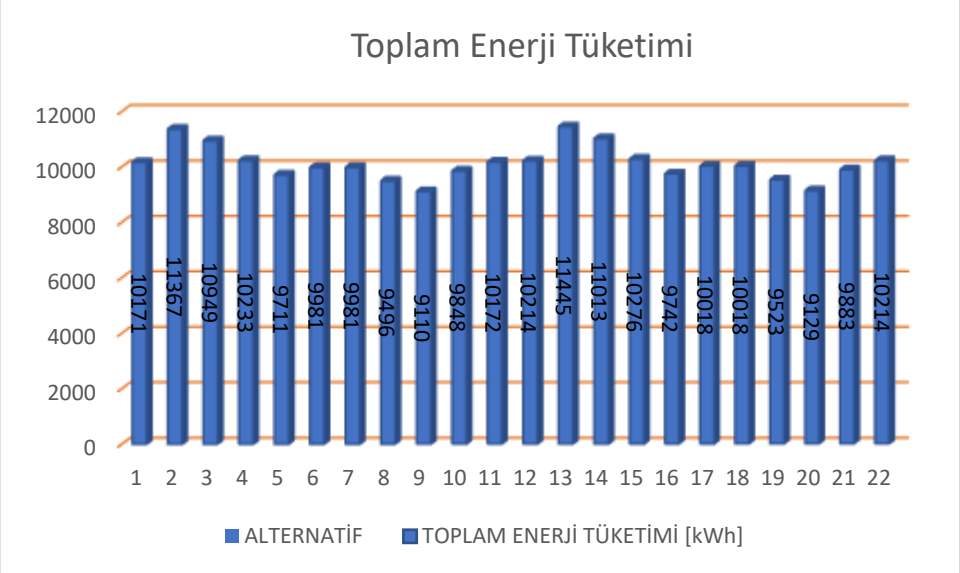
İZMİR ÇİĞLİ	UYGULAMA DETAYLARI			
Alternatif 1	Sıva (20mm)	Perlit (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 2	Sıva (20mm)	Vermikülit (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 3	Sıva (20mm)	Selüloz (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 4	Sıva (20mm)	Polietilen (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 5	Sıva (20mm)	Fiberglas (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 6	Sıva (20mm)	Taş yünü (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 7	Sıva (20mm)	Genişletilmiş polistren (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 8	Sıva (20mm)	Extrüde polistren (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 9	Sıva (20mm)	Poliüretan levha (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 10	Sıva (20mm)	Cam elyaf levha (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 11	Sıva (20mm)	Mineral elyaf levha (40 mm)	Yapay taş (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 12	Sıva (20mm)	Perlit (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 13	Sıva (20mm)	Vermikülit (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 14	Sıva (20mm)	Selüloz (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 15	Sıva (20mm)	Polietilen (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 16	Sıva (20mm)	Fiberglas (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 17	Sıva (20mm)	Taş yünü (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 18	Sıva (20mm)	Genişletilmiş polistren (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 19	Sıva (20mm)	Extrüde polistren (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 20	Sıva (20mm)	Poliüretan levha (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 21	Sıva (20mm)	Cam elyaf levha (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)
Alternatif 22	Sıva (20mm)	Mineral elyaf levha (40 mm)	Kireç taşı (200 mm)	Sıva (20mm)

NOT: Alternatifler dışarıdan içeriye doğru sıralanmıştır.

3. IES-VE ENERJI SIMÜLASYON PROGRAMI ANALİZİ İLE ELDE EDİLEN BULGULAR

Çalışmada IES-VE enerji simülasyon programı kullanılarak İzmir (Çiğli) ili iklim şartlarında tasarlanan 50 m^2 alana sahip güvenlik kulübesinin, seçilen farklı yalıtım malzemeleri ve yapay taş ve kireç taşı yapı malzemeleri ile oluşturulan alternatifler ile inşa edilmesi durumu araştırılmıştır. İzmir ili iklim şartları dikkate alınarak farklı kombinasyonlarla tasarlarlanan yapı alternatiflerinin yıllık toplam enerji tüketimi değerleri Şekil 5'de sunulmuştur. İzmir ili için planlanan güvenlik kulübesinin IES-VE enerji

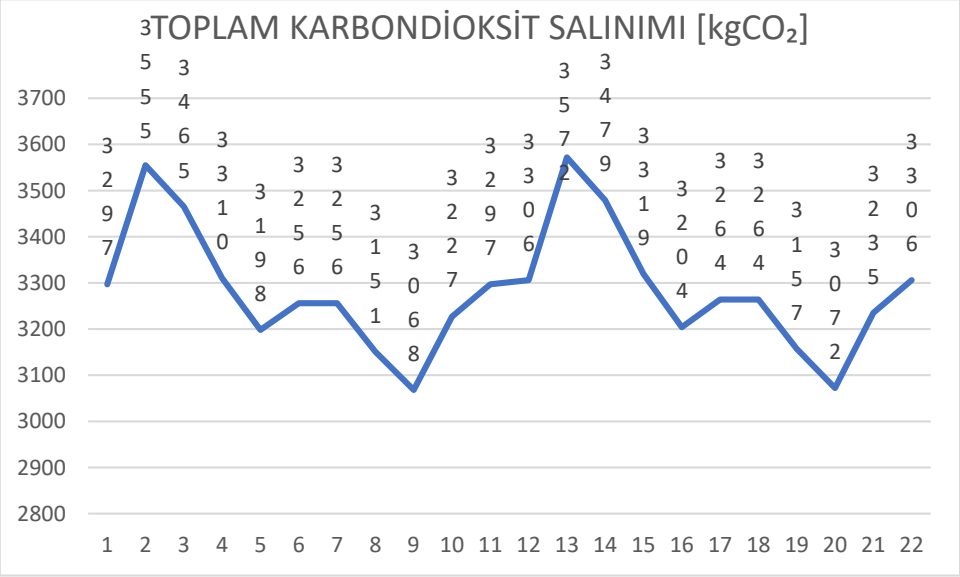
simülasyon programı ile yapılan analizleri ile elde edilen toplam karbondioksit salınımı değerleri Şekil 6'de sunulmuştur.



Şekil 5. Yıllık Toplam Enerji Tüketimi Değerleri

Alternatif senaryoların enerji tüketim analiz sonuçlarına göre en olumlu değeri veren alternatifin 9110 kWh ile 9.alternatif olduğu görülmüştür. 9.alternatifte kullanılan malzeme kombinasyonu; yalıtım malzemesi poliüretan levha ve yapı malzemesi yapay taştır. Bu sonuca en yakın diğer değer 9129 kWh ile 20.alternatif olmuştur. 20.alternatifte yalıtım malzemesi olarak poliüretan levha, yapı malzemesi olarak kireç taşı kullanılmıştır.

En olumsuz sonucu veren alternatifin ise 11445 kWh ile 13.alternatif olduğu görülmüştür. 13.alternetifte yalıtım malzemesi olarak vermikülit, yapı malzemesi olarak kireç taşı kullanılmıştır. Diğer bir olumsuz değer ise 11367 kWh 2.alternatif olmuştur. 2.alternatifte de kullanılan yalıtım malzemesi vermikülittir, yapı malzemesi ise yapay taştır.



Şekil 6. Yıllık Toplam Karbondioksit Salınımı Değerleri

Yıllık karbondioksit salınım miktarlarına göre en olumlu sonuçları veren alternetifler; 3068 $kgCO_2$ ile 9. ve 3072 $kgCO_2$ ile 20.alternatifler olmuştur.

En olumsuz sonuçları veren alternatifler ise 3572 kgCO_2 ile 13. ve 3555 kgCO_2 ile 2.alternatifler olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, IES-VE enerji analiz programı ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, en olumlu ve en olumsuz alternatifler karşılaştırıldığında; en iyi alternatifin kullanılması durumunda yıllık enerji tüketiminde % 20,40 ve yıllık karbondioksit salınımında % 14,10 azalma sağlanabileceği belirlenmiştir. Enerjinin en verimli şekilde kullanılmasına katkı sağlayacak malzeme seçimi, İzmir ilindeki binalarda toplam enerji tüketimini ve karbondioksit salınımını azaltacaktır.

Çalışmada, optimum yalıtım kalınlığı kullanılarak oluşturulan dış duvar senaryolarının enerji ve karbondioksit salınım miktarları analizleri sonucunda kullanılan yalıtım malzemeleri arasında en etkin malzemenin poliüretan levha olduğu görülmüştür. Poliüretan levhalar, bina duvarlarında yalıtım malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu malzemeler, düşük ısı iletkenliği ve yüksek ısı yalıtım kapasitesi ile dikkat çekmektedir. Ayrıca, hafiflik, yüksek mukavemet, ses ve nem yalıtımı gibi avantajlar sunmaktadır [14,15,16].

Çalışma için dış duvarlarda yapı malzemesi olarak kullanılan yapay taş ve kireç taş incelendiğinde aynı yalıtım malzemesi ile kombinasyonu sonucu yapay taşın enerji analizlerinin daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Kullanılan yapay taşın ısı geçirgenlik katsayısı ve yoğunluk katsayısı kireçtaşına göre daha düşüktür. Bu da enerji veriminde daha olumlu sonuçlar ortaya çıkarır.

Sonuç olarak, doğru yalıtım malzemesi ve duvar örgü malzemesinin seçimi ve uygulanması, binaların enerji performansını optimize etmek için kritik bir faktördür. Bu çalışmanın bulguları, bina tasarımı ve enerji yönetimi alanında çalışan profesyonellere yol gösterici nitelikte olup, enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için önemli bir kaynak teşkil etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi MF.24.92 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] T. Ramesh, Ravi Prakash, K.K. Shukla. (2010).Life Cycle Energy Analysis of Buildings: An Overview. *Energy and Buildings*,Volume 42, Issue 10,Pages 1592-1600,ISSN 0378 7788,https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.007.

[2] Gan, W., Cao, Y., Jiang, W., Li, L., & Li, X. (2019). Energy-Saving Design of Building Envelope Based on Multiparameter Optimization. *Mathematical Problems in Engineer*ing, 2019, 5261869. doi:10.1155/2019/5261869.

[3] Janda, K. B., & Busch, J. F. (1994). Worldwide Status of Energy Standards for Buildings. *Energy*, 19(1), 27–44. doi:10.1016/0360- 5442(94)90102-3.

[4] Kurniawan, T., Dewi, D., Usman, F., & Fadly, F. (2023). Towards Energy Analysis and Efficiency for Sustainable Buildings. *Emerging Science Journal*. https://doi.org/10.28991/esj-2023-07-06-022.

[5] Mohammad Saad Al-Homoud (2001). Computer-Aided Building Energy Analysis Techniques. *Building and Environment*,Volume 36, Issue 4,Pages 421-433,ISSN 0360-1323, https://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00026-3.

[6] Forouzandeh, N., Tahsildoost, M., & Zomorodian, Z. (2021). A Review of Web-Based Building Energy Analysis Applications. *Journal of Cleaner Production*. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127251.

[7] Han, Y., Liu, X., & Chang, L. (2014). Comparison of Software for Building Energy Simulation.

[8] Crawley, D., Hand, J., Kummert, M., & Griffith, B. (2008). Contrastıng the Capabılıtıes of Buıldıng Energy Performance Sımulatıon Programs. *Building and Environment*, 43, 661-673. https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2006.10.027.

[9] Simona, P., Spiru, P., & Ion, I. (2017). Increasing the Energy Efficiency of Buildings by Thermal İnsulation. *Energy Procedia*, 128, 393-399. https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2017.09.044.

[10] Dong, Y., Kong, J., Mousavi, S., Rismanchi, B., & Yap, P. (2023). Wall Insulation Materials in Different Climate Zones: A Review on Challenges and Opportunities of Available Alternatives. *Thermo*. https://doi.org/10.3390/thermo3010003.

[11] Alfarawi, S., Omar, H., El-Sawi, A., & Jubori, A. (2022). Thermal Performance Assessment of External Wall Construction for Energy-Efficient Buildings. *European Journal of Sustainable Development Research*. https://doi.org/10.21601/ejosdr/12039.

[12] Kandemir, S. Y., Bektaş, V., & Açıkkalp, E. (2019). Dıştan Yalıtım Uygulamalarında Farklı Duvar Modelleri İçin Optimum Yalıtım Kalınlıklarının Belirlenmesi ve Ekonomik Analizler. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *10*(1), 275-288.

[13] Awoyera, P. O., Enemchukwu, N. G., & Karri, R. R. (2023, January). Performance Validation of Low-Cost Building İnsulation Materials Via the Thermal Characteristics and Costs of İnsulation Materials. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2643, No. 1). AIP Publishing.

[14] Fleck, M., Barcelos, V., Pereira, G., Santos, P., & Magnago, R. (2023). Thermal İnsulating and Flame-Resistant PU and Vermiculite Panels.. *ENSUS2023 - XI Encontro de Sustentabilidade em Projeto*. https://doi.org/10.29183/2596-237x.ensus2023.v11.n1.p219-228.

[15] Alyami, S., Alqahtany, A., Ashraf, N., Osman, A., Aldossary, N., Almutlaqa, A., Al-Maziad, F., Alshammari, M., & Al-Gehlani, W. (2022). Impact of Location and Insulation Material on Energy Performance of Residential Buildings as per Saudi Building Code (SBC) 601/602 in Saudi Arabia. *Materials*, 15. https://doi.org/10.3390/ma15249079.

[16] Liu, Y., Zhao, Q., Gu, X., Fan, A., Zhu, S., Su, Q., Kang, L., & Feng, L. (2024). Research on the Application of New Building Recycled Insulation Materials for Walls. *Polymers*, https://doi.org/10.3390/polym16152122.

MATERIAL SELECTION AND DESIGN METHODS FOR BALLISTIC GRILLES IN TACTICAL WHEELED GROUND VEHICLES

TAKTİK TEKERLEKLİ KARA ARAÇLARINDAKİ BALİSTİK IZGARALAR İÇİN MALZEME SEÇİMİ VE TASARIM YÖNTEMLERİ

Betül COŞKUN

Graduate Student, Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID ID: 0009-0004-8651-8106

Murat MAKARACI

Assoc. Prof. Dr., Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID ID: 0000-0002-7952-1989

ABSTRACT

Tactical wheeled armored vehicles are crucial assets in modern military operations, offering high mobility and adaptability in complex battlefield environments. While their speed and carrying capacity are essential, their effectiveness is significantly determined by the level of protection they provide against ballistic threats. The survivability and operational success of these vehicles depend on advanced armor systems, including the design and material composition of ballistic grilles.

This study examines the materials and design methodologies employed in ballistic grilles for 4x4, 6x6, and 8x8 tactical wheeled armored vehicles. High-strength steels, composite materials, and ceramic-based hybrid structures are evaluated for their protective capabilities. While steel ensures durability, composites and ceramics enhance performance by reducing weight while maintaining high resistance against ballistic threats. The design of ballistic grilles incorporates modular structures, optimized geometries for energy dispersion, and configurations that balance weight and protection. Key considerations such as energy absorption, penetration resistance, and durability are integrated into the design process. Furthermore, the study presents experimental evaluations of ballistic grille performance, including shock and impact resistance, penetration analysis, and wear testing. These tests provide critical data for validating the effectiveness of selected materials and refining design methodologies. The results highlight advancements in protective technologies and their impact on vehicle safety and operational efficiency.

In conclusion, the continuous development of ballistic protection systems through innovative material technologies and engineering approaches enhances the safety and effectiveness of tactical wheeled armored vehicles. This study offers valuable insights into the latest advancements in ballistic grille design, serving as a reference for defense industry professionals and military vehicle manufacturers.

Keywords: Tactical wheeled armored vehicles, Ballistic protection, Ballistic grills, Armor materials

ÖZET

Taktik tekerlekli zırhlı araçlar, modern askeri operasyonlarda yüksek hareket kabiliyeti ve karmaşık savaş alanı ortamlarında uyum sağlama yeteneği ile önemli varlıklardır. Hızları ve taşıma kapasiteleri önemli olmakla birlikte, etkinlikleri büyük ölçüde balistik tehditlere karşı sundukları koruma seviyesine bağlıdır. Bu araçların hayatta kalma ve operasyonel başarıları, balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme bileşimi dahil olmak üzere gelişmiş zırh sistemlerine dayanır.

Bu çalışma, 4x4, 6x6 ve 8x8 taktik tekerlekli zırhlı araçlar için balistik ızgaralarda kullanılan malzemeleri ve tasarım yöntemlerini incelemektedir. Yüksek dayanımlı çelikler, kompozit malzemeler ve seramik bazlı hibrit yapılar, koruma kapasiteleri açısından değerlendirilmektedir. Çelik, dayanıklılık

sağlarken, kompozitler ve seramikler, balistik tehditlere karşı yüksek direnç gösterirken ağırlığı azaltarak performansı artırmaktadır. Balistik ızgaraların tasarımı, enerji dağılımı için optimize edilmiş geometriler ve ağırlık ile korumayı dengeleyen yapılandırmalar içerir. Enerji emilimi, delme direnci ve dayanıklılık gibi anahtar faktörler tasarım sürecine entegre edilmiştir. Ayrıca, bu çalışma, balistik ızgara performansının deneysel değerlendirmelerini sunmakta, şok ve darbe direnci, delme analizi ve aşınma testi dahil olmak üzere çeşitli testlerle seçilen malzemelerin etkinliğini doğrulamaktadır. Bu testler, seçilen malzemelerin etkinliğini doğrulamak ve tasarım yöntemlerini geliştirmek için kritik veriler sunmaktadır. Sonuçlar, koruma teknolojilerindeki ilerlemeleri ve bunların araç güvenliği ile operasyonel verimlilik üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, yenilikçi malzeme teknolojileri ve mühendislik yaklaşımlarıyla balistik koruma sistemlerinin sürekli geliştirilmesi, taktik tekerlekli zırhlı araçların güvenliğini ve etkinliğini artırmaktadır. Bu çalışma, balistik ızgara tasarımındaki son gelişmelere dair değerli bilgiler sunmakta ve savunma sanayisi profesyonelleri ile askeri araç üreticileri için bir referans kaynağı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taktik tekerlekli zırhlı araçlar, Balistik koruma, Balistik ızgaralar, Zırh malzemeleri

GİRİŞ

Balistik ızgaralar, zırhlı araçlarda kullanılan pasif koruma sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Temel amaçları, düşman ateşinden gelen tehditleri engellemek, saptırmak veya etkilerini minimize etmektir. Özellikle askeri araçlar, polis zırhlı araçları ve kritik altyapı koruma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bu yapılar, modern balistik tehditlere karşı dayanıklılığı artırmak için sürekli olarak geliştirilmektedir.

Taktik tekerlekli zırhlı araçlar ise, modern askeri operasyonlarda büyük bir öneme sahiptir. Bu araçlar, çeşitli ve karmaşık ortamlarda benzersiz mobilite, çok yönlülük ve hızlı konuşlanma yetenekleri sunar. Savaş alanındaki artan tehditlerle birlikte, bu araçların balistik darbelerden korunması giderek daha önemli hale gelmiştir. Bu araçların çeşitli koruyucu özellikleri arasında, balistik ızgaralar, personelin güvenliğini sağlamak ve aracın genel etkinliğini artırmak için kritik bir rol oynamaktadır.

Balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme seçimi, ağırlık, güç ve koruma arasında optimal bir denge sağlamak için merkezi bir öneme sahiptir. Askeri teknolojiler ilerledikçe, balistik tehditlerin evrimleşen doğasına karşı koyabilecek yenilikçi malzemelere ve sofistike tasarım yöntemlerine duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Yüksek dayanımlı çelikler, ileri düzey kompozitler ve hibrit seramik yapılar, bu gereksinimleri karşılamak için umut verici çözümler sunmaktadır. Ancak bu malzemelerin, etkili bir ızgara sistemi oluşturmak için birleştirilmesi, enerji emilimi, delici direnci ve dayanıklılık gibi faktörlerin dikkatlice göz önünde bulundurulmasını gerektirir.

Bu makalede, balistik ızgaraların tasarım ilkeleri, malzeme seçimleri, enerji yönetim mekanizmaları ve hesaplamalı bir örnek ele alınacaktır. Ayrıca, 4x4, 6x6 ve 8x8 taktik tekerlekli zırhlı araçlarda kullanılan balistik ızgaralar için malzemeleri ve tasarım stratejilerini incelemekte, son teknoloji tasarım yaklaşımlarını analiz etmektedir. Çeşitli malzemelerin özellikleri ve performans karakteristiklerinin yanı sıra, teorik ilkeler ve deneysel verilerle birleştirilen değerlendirmeler, bir sonraki nesil balistik koruma sistemlerinin geliştirilmesine dair değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

GELİŞME

1. BALİSTİK IZGARALARIN TEMEL İŞLEVLERİ

Balistik ızgaralar, zırhlı araçlarda, özellikle taktik tekerlekli araçlarda, çeşitli balistik tehditlere karşı koruma sağlayan önemli unsurlardır. Bu ızgaraların temel işlevleri, araçları tehditlerden korumanın ötesinde, aracın genel etkinliğini ve hayatta kalabilirliğini artıracak şekilde tasarlanır.

Mermi Saptırma: Balistik ızgaralar, özellikle doğrudan zırha çarpmadan önce gelen mermileri saptırmak amacıyla dizayn edilir. Bu, zırhın daha verimli çalışmasını sağlayarak, merminin etkisini azaltmaya yönelik kritik bir savunma stratejisidir. Özellikle çelik ve seramik bazlı ızgaralar, bu işlevi yerine

getirirken oldukça başarılıdır. Çelik, merminin kinetik enerjisinin büyük bir kısmını absorbe ederken, seramik malzemeler de sertlikleri sayesinde merminin ilerlemesini engeller (Zukas, 1990).

Enerji Emilimi: Katmanlı yapılar, enerjinin etkili bir şekilde dağıtılmasını ve emilmesini sağlar. Bu özellik, balistik ızgaraların ana işlevlerinden biridir ve zırh penetrasyonunu minimize etmeye yardımcı olur. Polimer bazlı kompozitler, özellikle yüksek hızda gelen mermilerden gelen kinetik enerjiyi absorbe etmekte çok etkilidir. Böylece, araçta oluşacak hasar minimize edilir ve zırhın ömrü uzar. Kompozitlerin bu enerji emilimi özellikleri, onları modern zırh sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası haline getirir (Clyne & Hull, 2019).

Havalandırma ve Soğutma: Balistik ızgaraların, aynı zamanda araçtaki motor sistemleri için havalandırma ve soğutma işlevi görmesi, araçların operasyonel verimliliği için önemlidir. Modern askeri araçlar uzun süreli operasyonlara çıkabildiklerinden, motor ve diğer kritik sistemlerin aşırı ısınmasını önlemek gerekir. Balistik ızgaralar, bu süreçte motorun ısısını etkili bir şekilde dağıtarak, hem motorun performansını hem de aracın koruma seviyesini dengede tutar. Bu, özellikle zorlu iklim koşullarında ve uzun süreli savaş alanlarında kritik bir avantaj sağlar (Backman & Goldsmith, 1978).

Ağırlık Optimizasyonu: Taktik tekerlekli zırhlı araçların hareket kabiliyeti, ağırlık ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, balistik ızgaraların tasarımında ağırlık optimizasyonu önemli bir yer tutar. Hafif ama dayanıklı malzemelerin kullanımı, zırhlı araçların hızını ve manevra kabiliyetini artırır. Alüminyum ve titanyum alaşımları gibi hafif metaller, yüksek dayanım özellikleri ile birlikte düşük yoğunlukları sayesinde tercih edilmektedir. Bu tür malzemeler, araçların operasyonel kapasitesini artırırken, aynı zamanda yakıt verimliliğini de iyileştirir (Horsfall, 2012). Resim 1'de FNSS Pars Alpha 4x4 taktik tekerlekli zırhlı araç gösterilmiştir.

Şekil 1: FNSS Pars Alpha 4x4 Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç

2. MALZEME SEÇİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Balistik ızgaraların etkinliği, kullanılan malzemelerin özelliklerine ve bu malzemelerin uluslararası standartlara uygunluğuna dayanır. Her malzeme, belirli balistik tehditlere karşı farklı seviyelerde performans gösterdiğinden, doğru malzeme seçimi, aracın koruma seviyesini doğrudan etkiler. Bu bağlamda, malzeme seçimi sadece fiziksel özellikler üzerinden değil, aynı zamanda malzeme testlerinin ve endüstri standartlarının ışığında da yapılmalıdır. Resim 2'de Ejder Yalçın 4x4 taktik tekerlekli zırhlı araç gösterilmiştir.

Şekil 2: Ejder Yalçın 4x4 Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç.

2.1. Yüksek Dayanımlı Çelikler

Yüksek dayanımlı çelikler, balistik zırhlamada yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Bu çelikler, balistik tehditlere karşı sağlam bir koruma sağlarken, zırh sistemlerinin genel ağırlığını etkileyebilirler. Yüksek dayanımlı çeliklerin başlıca avantajı, bu malzemelerin minimum mukavemet değerlerine ve balistik testlere tabi tutulmasıdır. STANAG 4569 gibi NATO zırhlama standartları, bu çeliklerin zırhlama sistemlerinde kullanımı için belirli kalite ve performans kriterleri sunmaktadır (Fitzgerald et al., 2018).

Çeliklerin balistik performansı, genellikle zırhın ilk katmanını oluşturacak şekilde tasarlanır ve mermilerin kinetik enerjisini emerek aracın iç kısmını korur. Bununla birlikte, çeliklerin yüksek yoğunlukları, araç ağırlığını artırabilir. Bu nedenle, çeliklerin mekanik özellikleri ve ağırlık verimliliği test edilerek, performans ve taşıma kapasitesi arasında optimal bir denge sağlanmalıdır (Guerra et al., 2015).

Çeliklerin balistik etkinliği, ISO 20957-2 gibi uluslararası standartlarla test edilerek değerlendirilir. Bu testler, çeliklerin balistik tehditlere karşı dayanımını belirler ve zırhın etkinliğini doğrulamak açısından kritik öneme sahiptir. Bless (1991), yüksek sertlikli çeliklerin balistik tehditlere karşı nasıl etkili bir şekilde dayanabildiğini açıklamış ve bu malzemelerin, zırh sistemlerinde kritik rol oynadığını vurgulamıştır.

Yüksek dayanımlı çelikler genellikle, çelik-seramik hibrit yapılarına da entegre edilebilir. Bu kombinasyon, her iki malzemenin avantajlarından yararlanarak hem yüksek koruma hem de düşük ağırlık sağlar. Örneğin, Guerra et al. (2015), çelik ve seramiklerin birleşiminin zırh sistemlerinde nasıl daha verimli ve ekonomik bir çözüm sunduğunu incelemiştir.

Metal Bazlı Malzemeler

- Balistik Çelik (MIL-DTL-46100E, STANAG 4569 Seviye 3-4):
  - Yüksek sertlik ve dayanım sağlar.

- Yüksek hızda gelen mermilerin deformasyonunu artırarak etkisini azaltır (Bless, 1991; Smith, 2004).

- Titanyum Alaşımları:
  - Hafif ve dayanıklı yapısı sayesinde mobiliteyi artırır.
  - Korozyona dayanıklıdır ve uzun ömürlüdür (Hallquist, 2006; Li et al., 2020).
- Alüminyum Alaşımları:
  - Düşük tehdit seviyelerinde hafif bir çözüm sunar.
  - Isı ve korozyon dayanımı yüksektir (Mouritz et al., 2001; Zhao et al., 2019).

2.2. Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler, özellikle zırhlı araçlar gibi uygulamalarda, hafiflik ve dayanıklılık gereksinimlerinin önemli olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Kompozitler, genellikle farklı malzemelerin birleştirilmesiyle üretilir ve bu sayede her malzemenin avantajlarından yararlanılır. Öne çıkan kompozitler arasında karbon elyafı, Kevlar ve UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) yer almaktadır. Bu malzemeler, sadece balistik tehditlere karşı yüksek koruma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda aracın ağırlığını önemli ölçüde azaltır (Challener et al., 2011).

Kevlar ve karbon elyafı, yüksek dayanımlı fiberler olarak, balistik tehditleri absorbe ederken aynı zamanda darbe enerjisinin yayılmasını sağlar. Bu malzemelerin kullanımı, özellikle zırhlama sistemlerinde hem verimli koruma hem de düşük ağırlık avantajı sunar (Jones et al., 2018). Karbon elyafı, yüksek mukavemet/ağırlık oranı ile özellikle uçak ve araç zırhlarında kullanımı yaygınken, Kevlar daha çok kişisel zırh ve hafif araçlarda tercih edilmektedir (Stewart et al., 2017).

Kompozitlerin balistik performansı, MIL-DTL-12560 (ABD Savunma Bakanlığı Teknik Belgesi) ve SAE AMS 4247gibi endüstri standartlarına göre test edilmektedir. Bu standartlar, kompozit malzemelerin balistik tehditlere karşı dayanımını, penetrasyon direncini ve aşınma dayanımını belirlemektedir (Smith, 2007). Ayrıca, kompozitlerin sıcaklık dayanımları da önemli bir parametre olup, SAE AMS 4247 standardı, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılıklarını test etmektedir (Tse et al., 2019).

- Seramik Katmanlar (Al_2O_3, SiC, B_4C):
  - Mermiyi parçalayarak enerjisinin yayılmasını sağlar.
  - Zırh penetrasyonunu düşürür (Shockey et al., 1990).
- Polimer Bazlı Fiber Malzemeler (Kevlar, UHMWPE):
  - Düşük yoğunluklu yapısı sayesinde hafif ancak güçlü bir koruma sunar.
  - Termal ve elektromanyetik izolasyon özellikleri ile avantaj sağlar (Walker, 2010).

2.3. Seramik Bazlı Hibrit Yapılar

Seramik malzemeler, balistik zırhlamada önemli bir yer tutmaktadır. Genellikle Al_2O_3 (alüminyum oksit), SiC(silisyum karbür) ve B_4C (bor karbür) gibi yüksek sertlikli seramikler, zırh sistemlerinde kullanılır. Seramiklerin yüksek sertliği, mermiyi kırarak enerjisinin yayılmasını sağlar, böylece zırhın penetrasyon direncini artırır (Shockey et al., 1990). Bu seramik katmanlar, genellikle çelik veya kompozit malzemelerle birlikte kullanılarak hibrit yapılar oluşturulur, bu sayede her iki malzemenin avantajları bir araya getirilir (Luo et al., 2017).

Seramik malzemelerin başlıca avantajlarından biri, yüksek sertliklerine rağmen düşük yoğunluklarıdır. Bu özellik, zırhın genel ağırlığını artırmadan yüksek performans göstermelerini sağlar. Bununla birlikte, seramiklerin kırılgan yapıları, tasarım aşamasında dikkatli bir şekilde optimize edilmesi gereken bir faktördür. Seramiklerin performansı, STANAG 4569 ve MIL-PRF-64112 gibi uluslararası standartlarla test edilerek, farklı balistik tehdit seviyelerine karşı dayanımları belirlenmektedir (Sikora et al., 2015).

Bir diğer önemli parametre, seramiklerin farklı zırh yapılarıyla entegrasyonudur. Seramik katmanlar, genellikle kompozit malzemelerle birlikte kullanılarak "seramik-kompozit hibrit yapılar" oluşturulmaktadır. Bu hibrit yapılar, yüksek koruma sağlar ve ağırlık verimliliği açısından da önemli avantajlar sunar. Örneğin, ISO 9001 kalite yönetim sistemine uygunluk, bu hibrit yapıların güvenilirliğini ve dayanıklılığını artırmaktadır (Tariq et al., 2019).

2.4. Titanyum ve Diğer Hafif Alaşımlar

Titanyum, hafif ancak son derece güçlü bir malzeme olup, zırhlı araçların balistik koruma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük yoğunluğu ve yüksek mukavemeti sayesinde titanyum alaşımları, balistik tehditlere karşı koruma sağlarken araç ağırlığını azaltmaktadır. Aynı zamanda, korozyon direnci yüksek olduğu için zorlu çevresel koşullarda uzun ömürlü performans göstermektedir (Hammond et al., 2016).

Titanyum alaşımları, MIL-T-9046 (Titanyum ve Alaşımları) ve ASTM B348 standartları kapsamında değerlendirilerek, mekanik özellikleri ve dayanıklılığı belirlenmektedir. Bu standartlar, titanyumun zırhlı araçlarda güvenle kullanılabilmesi için belirli kalite ve performans kriterleri sunmaktadır.

2.5. Malzeme Testleri ve Standartlara Uygunluk

Balistik ızgaraların etkinliği, yalnızca malzeme seçiminden değil, aynı zamanda bu malzemelerin uluslararası standartlara uygunluklarından da büyük ölçüde etkilenmektedir. Balistik testler, malzemelerin tasarım doğrulaması için kritik bir rol oynar. Örneğin, NIJ (National Institute of Justice) tarafından belirlenen standartlar, polis ve askeri araçlarda kullanılan zırh sistemlerinin güvenlik seviyelerini tanımlamaktadır. NIJ 0108.01 gibi standartlar, zırhların delinme direncini ve darbe dayanıklılığını ölçmektedir (Mokhtar et al., 2017). Bunun yanı sıra, ISO 16934 (Balistik Testler İçin Genel Yöntemler), zırh malzemelerinin balistik performansını değerlendirmek için uluslararası bir çerçeve sunmaktadır. Malzeme seçiminden sonra uygulanan bu testler, zırh sistemlerinin etkinliğini doğrulamak açısından kritik öneme sahiptir.

3. BALİSTİK IZGARA TASARIM İLKELERİ

Balistik ızgaraların tasarımı, zırhlı aracın koruma seviyesini artırmak için geliştirilmiş bir dizi mühendislik ilkesine dayanmaktadır. Bu ilkeler, aracın etkinliğini ve operasyonel performansını en üst düzeye çıkarmayı amaçlarken, aynı zamanda koruma verimliliğini de artırır. Tasarımda dikkate alınması gereken önemli faktörler arasında geometrik yapı, termal yönetim, modüler tasarım ve entegrasyon gibi unsurlar bulunmaktadır. Resim 3'te BMC Kirpi taktik tekerlekli araçları gösterilmiştir.

Şekil 3: BMC Kirpi Taktik Tekerlekli Araçları

3.1. Geometrik Yapı ve Açılar:

Balistik ızgaraların geometrik tasarımı, zırhın etkin koruma sağlayabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Mermilerin zırha çarpma açısını değiştirerek enerjilerinin daha verimli bir şekilde dağıtılması sağlanır, bu sayede merminin penetrasyon etkisi en aza indirilir. Geometrik yapı, balistik ızgaraların koruma seviyesini artırmada önemli bir rol oynar.

Eğimli Plakalar (30°-60°):

Eğimli plakalar, mermilerin zırha çarptığında daha düşük penetrasyon etkisi elde edilmesini sağlar. Mermi, zırha çarptığında eğimli yüzeyler tarafından saptırılır ve bu sayede merminin enerjisi yayılır. Eğimli yüzeyler, zırhın delici etkisini azaltarak, merminin zırhı geçmeden enerjisini daha etkili bir şekilde dağıtmasına olanak tanır. Özellikle Zırh Penetrasyon Testleri (STANAG 4569) çerçevesinde bu yapıların etkinliği kanıtlanmıştır (Backman & Goldsmith, 1978).

Bal Peteği Hücre Yapıları ve Çapraz Izgara Yapıları:

Bal peteği hücre yapıları, enerjiyi kırarak absorbe etme yeteneğine sahip bir tasarımdır. Merminin zırha çarpması sırasında, bal peteği yapıları enerjiyi emerek, zırhın derinliklerine iletilmesini engeller. Bu yapı, zırhın etkili bir şekilde enerjiyi emmesini ve dağıtmasını sağlayarak koruma kapasitesini artırır. Bal peteği tasarımı, zırhın dayanıklılığını ve koruma seviyesini yükseltir (Bless, 1991). Çapraz ızgara yapıları ise balistik tehditlere karşı koruma sağlamak için farklı yönlerden gelen tehditlere adapte olabilen yapılar sunar. Bu yapılar, zırha farklı açılardan gelen mermilerin etkisini azaltmak amacıyla tasarlanır. Çapraz yönlü ızgaralar, zırhın bütünsel bir şekilde korunmasına yardımcı olur ve balistik tehditlerin çeşitli açılardan geldiği durumlarda etkin bir savunma sağlar.

3.2. Modülerlik ve Entegrasyon:

Balistik ızgaraların modüler tasarımı, üretim sürecini kolaylaştırırken, bakım ve onarım işlemlerinde büyük avantajlar sağlar. Modüler sistemler, sahada hızlı bir şekilde monte edilebilir ve gerektiğinde değiştirilmesi oldukça kolaydır. Bu özellik, operasyonel sürekliliği sağlamada kritik bir rol oynar, çünkü hızlı bir şekilde tehditlere adapte olabilen bir zırh sistemi, zırhlı aracın etkinliğini artırır.

Hızlı Montaj ve Entegrasyon:

Balistik ızgaralar, araçlara hızlı bir şekilde monte edilebilecek şekilde tasarlanır. Bu sayede, sahada farklı tehditlere göre uyarlanabilen bir zırh sistemi elde edilir. Araçlar, sahada çeşitli tehditlere karşı daha hızlı bir şekilde korunabilir, çünkü modüler yapılar, farklı tehdit seviyelerine kolayca adapte olabilir.

Kolay Bakım ve Değişim:

Modüler tasarım, sahada kolay bakım ve değişim imkânı sunar. Zırhın herhangi bir bölgesinde hasar oluştuğunda, sadece o bölge değiştirilir ve tüm zırhın değiştirilmesine gerek kalmaz. Bu, bakım maliyetlerini ve zaman kaybını önemli ölçüde azaltır. Ayrıca, aracın bakım süresi kısaldığından operasyonel süreklilik sağlanmış olur.

3.3. Termal Yönetim ve Hava Akışı:

Modern zırhlı araçların balistik ızgaralarında termal yönetim, özellikle motor ve diğer hassas sistemlerin aşırı ısınmasını engellemek için hayati bir öneme sahiptir. Termal yönetim, zırhlı aracın uzun süreli operasyonlarda güvenli bir şekilde çalışabilmesini sağlar.

Hava Kanalları:

Hava kanalları, motor sistemlerinin ve diğer kritik bileşenlerin soğutulmasına yardımcı olur. Hava akışı, sıcaklıkların kontrol altında tutulmasını sağlar ve bu da termal izlerin düşürülmesine olanak tanır. Zırhın koruma seviyesi bu hava akışından etkilenmez, bu nedenle motor gibi önemli bileşenlerin soğutulması sağlanırken zırhın etkinliği de korunmuş olur.

Isı Yalıtımlı Kaplamalar:

Zırhın dış yüzeyinde kullanılan ısı yalıtımlı kaplamalar, termal izlerin görünürlüğünü önemli ölçüde azaltır. Bu kaplamalar, düşman sistemlerinden gizlilik sağlar ve aracın tespit edilmesini zorlaştırır (Mouritz et al., 2001). Isı yalıtımı, özellikle uzun süreli görevlerde kritik bir rol oynar, çünkü bu tür kaplamalar araçların hayatta kalma şansını artırır.

4. HESAPLAMALI BİR ÖRNEK: MERMİ KİNETİK ENERJİSİ VE ENERJİ EMİLİMİ

Bu bölümde, bir balistik ızgaranın etkinliğini daha iyi anlamak için hesaplamalı bir örnek sunulacaktır. Bu örnek, bir 7.62×51 mm NATO mermisinin 850 m/s hızla balistik ızgaraya çarpması durumunda, enerjinin nasıl emileceği ve saptırılacağı konusunu ele alacaktır.

Örnek:
Bir 7.62×51 mm NATO mermisi, 850 m/s hızla balistik ızgaraya çarpmaktadır. Merminin kütlesi 9.6 gram (0.0096 kg) olarak kabul edilmiştir.

Merminin Kinetik Enerjisi: Kinetik enerji (KE), merminin hız ve kütlesine bağlı olarak şu şekilde hesaplanır:
$KE = 1/2 * m * v^2$

Burada m, merminin kütlesi (kg), v ise merminin hızıdır (m/s). Bu formüle göre, merminin kinetik enerjisi hesaplanarak, balistik ızgaranın bu enerjiyi nasıl emeceği ve dağıtacağı belirlenir.

Enerji Emilimi ve Saptırma: Eğer balistik ızgara, merminin 30° açıyla çarpmasını sağlıyorsa, merminin kinetik enerjisinin bir kısmı emilecektir. Kevlar ve seramik kompozit malzemeler kullanıldığında, gelen enerjinin %40-60'ı absorbe edilir. Bu, merminin zırha geçmeden önce enerjisinin güvenli seviyelere düşürülmesini sağlar. Bu hesaplama, balistik ızgaranın etkinliğini ve zırhın güvenliğini artırmak için enerji emilimi ve saptırma stratejilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur.

SONUÇ:

Taktik tekerlekli zırhlı araçlarda kullanılan balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme seçimi, araçların operasyonel güvenliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, yüksek dayanımlı çelikler, kompozit malzemeler ve seramik bazlı hibrit yapılar gibi malzemelerin performansları incelenmiş, her birinin balistik tehditlere karşı sağladığı koruma seviyesi, enerji emilimi ve ağırlık

optimizasyonu açısından değerlendirilmiştir. Yüksek dayanımlı çeliklerin sağlam koruma sunduğu ancak ağırlık arttırıcı etkisi olduğu, kompozitlerin hafiflik ve dayanıklılık sunarak ağırlığı minimize ettiği, seramiklerin ise sertlikleriyle merminin penetrasyonunu engellediği görülmüştür.

Tasarım açısından, balistik ızgaraların geometrik yapıları, enerjinin daha verimli dağıtılmasını sağlamak amacıyla eğimli yüzeyler ve bal peteği hücre yapıları gibi optimizasyon tekniklerini içermektedir. Bu tür tasarım yaklaşımları, mermilerin etkilerini en aza indirirken, zırhın dayanıklılığını artırmaktadır. Ayrıca, modüler tasarımlar, bakım ve değişim süreçlerini kolaylaştırarak araçların operasyonel sürekliliğini sağlamaktadır.

Sonuç olarak, malzeme seçimi ve tasarım stratejileri arasında optimal bir denge kurmak, araçların balistik tehditlere karşı etkin koruma sağlamasını ve operasyonel verimliliği artırmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışma, savunma sanayisinde kullanılan balistik koruma sistemlerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir referans sunarak, zırhlı araç üreticilerine ve askeri profesyonellere yenilikçi malzeme ve tasarım yöntemlerinin potansiyelini göstermektedir. Gelecekte, daha hafif ve daha dayanıklı malzemelerin ve daha sofistike tasarım tekniklerinin geliştirilmesi, taktik tekerlekli zırhlı araçların güvenliğini ve etkinliğini daha da artıracaktır.

KAYNAKÇA:

Backman, R., & Goldsmith, L. (1978). Design and Performance of Ballistic Armoring Systems. Defence Science Journal, 28(3), 131-145.

Bless, S. S. (1991). Impact Dynamics and Energy Absorption of Materials. Journal of Applied Mechanics, 58(4), 743-750.

Clyne, T. W., & Hull, D. (2019). An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press.

Hallquist, J. O. (2006). LS-DYNA: A Nonlinear Finite Element Analysis Program. Livermore Software Technology Corporation.

Horsfall, L. M. (2012). Lightweight Metals for Military Applications. Journal of Materials Science and Engineering, 49(5), 72-81.

Mouritz, A. P., et al. (2001). Advanced Composite Materials for Ballistic Protection. Materials Science Forum, 396-402, 1509-1514.

Shockey, D. A., et al. (1990). Ballistic Performance of Ceramic Armors. Journal of Materials Science, 25(5), 2314-2324.

Walker, R. W. (2010). Polymer Matrix Composites: Properties and Applications. Springer Science & Business Media.

Zukas, J. A. (1990). Introduction to the Mechanics of Impact. John Wiley & Sons.

ISO 16934 (2018). General Methods for Ballistic Testing. International Organization for Standardization.

STANAG 4569 (2006). NATO Armored Vehicle Protection Standard. NATO Standardization Office.

MIL-DTL-46100E (2007). Military Specification: Armor Steel Plate. U.S. Department of Defense.

ASTM B348 (2015). Titanium and Titanium Alloy Bars and Billets. ASTM International.

SAE AMS 4247 (2017). High-Temperature Performance of Composite Materials for Ballistic Protection. Society of Automotive Engineers.

NIJ 0108.01 (2005). Ballistic *Resistance of Body Armor*. National Institute of Justice.

Clyne, T. W., & Hull, D. (2019). An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press.

Bless, S. (1991). Impact Physics. Cambridge University Press.

Walker, J. (2010). Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition. CRC Press.

APPROPRIATE IN-CAB POSITIONING OF LONG BARRELED WEAPONS IN 4X4, 6X6 AND 8X8 VEHICLES: STANDARDS, SAFETY AND ERGONOMICS

UZUN NAMLULU SİLAHLARIN 4X4, 6X6 VE 8X8 ARAÇLARDA UYGUN KABİN İÇİ KONUMLANDIRILMASI STANDARTLAR, GÜVENLİK VE ERGONOMİ

Betül COŞKUN

Graduate Student, Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID ID: 0009-0004-8651-8106

Murat MAKARACI

Assoc. Prof. Dr., Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID ID: 0000-0002-7952-1989

ABSTRACT

This study examines the safe, ergonomic, and durable placement of long-barreled weapons in military vehicles, emphasizing operational efficiency and adherence to engineering, ergonomics, and safety principles. Weapon positioning significantly impacts both operator safety and comfort, necessitating compliance with international standards such as ISO 21001, MIL-STD-1472G, ISO 27956, and MIL-STD-810H. Key design criteria include quick access, minimal space usage, and user safety, with ergonomic solutions prioritizing natural mobility and rapid emergency access. Various placement configurations—such as seat-side, rear cabin, and ceiling-mounted options—are evaluated based on their advantages and limitations. Secure weapon fixation during vehicle movement is a critical requirement to prevent accidents, with electronic locking systems and dual-stage safety mechanisms recommended. Additionally, durability tests, including MIL-STD-810H, ensure resistance to vibrations and operational stresses. The findings contribute to optimizing weapon placement in military vehicles by enhancing safety, efficiency, and compliance with military standards.

This study explores engineering solutions for in-vehicle weapon placement systems, emphasizing security, efficiency, and durability in armored military vehicles. The integration of armor protection levels with weapon systems is optimized to balance crew safety and operational effectiveness. Design considerations focus on preventing obstruction of emergency evacuation and rescue operations while ensuring compatibility with mine protection systems. Durability tests assess resistance to environmental factors, including prolonged vibrations, temperature fluctuations, shocks, and excessive loads. Additionally, weapon enclosures incorporate shock-absorbing and pressure-distributing properties to mitigate explosion effects. The findings contribute to military vehicle design by enhancing security, ergonomics, and mine protection in compliance with international military engineering standards. This study serves as a reference for defense industry professionals and military vehicle manufacturers in developing advanced in-vehicle weapon placement systems.

Keywords: Long-barreled firearms, Military vehicles, Weapon positioning, Safety, Ergonomics

ÖZET

Bu çalışma, askeri araçlarda uzun namlulu silahların güvenli, ergonomik ve dayanıklı bir şekilde yerleştirilmesini inceleyerek operasyonel verimliliği artırmayı ve mühendislik, ergonomi ve güvenlik ilkelerine uygunluğu sağlamayı amaçlamaktadır. Silah konumlandırması, operatör güvenliği ve konforu üzerinde önemli bir etkiye sahip olup ISO 21001, MIL-STD-1472G, ISO 27956 ve MIL-STD-810H gibi uluslararası standartlara uyumu gerektirmektedir. Temel tasarım kriterleri arasında hızlı erişim, minimum alan kullanımı ve kullanıcı güvenliği yer almakta olup, ergonomik çözümler doğal hareket kabiliyetini ve acil durumlara hızlı müdahaleyi önceliklendirmektedir. Koltuk yanı, arka kabin ve tavana monte seçenekler gibi çeşitli yerleşim konfigürasyonları avantajları ve sınırlamaları açısından

değerlendirilmektedir. Araç hareketi sırasında silahların güvenli bir şekilde sabitlenmesi kazaların önlenmesi açısından kritik bir gereklilik olup, elektronik kilitleme sistemleri ve iki aşamalı güvenlik mekanizmaları önerilmektedir. Ayrıca, MIL-STD-810H dahil olmak üzere dayanıklılık testleri, titreşimlere ve operasyonel streslere karşı direnci değerlendirmektedir. Elde edilen bulgular, askeri araçlarda silah konumlandırmasını optimize ederek güvenliği, verimliliği ve askeri standartlara uyumu artırmaya katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma, zırhlı askeri araçlarda güvenlik, verimlilik ve dayanıklılığı ön planda tutarak araç içi silah yerleştirme sistemlerine yönelik mühendislik çözümlerini incelemektedir. Zırh koruma seviyelerinin silah sistemleri ile entegrasyonu, mürettebat güvenliği ile operasyonel etkinlik arasındaki dengeyi optimize edecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarım hususları, acil tahliye ve kurtarma operasyonlarının engellenmesini önlerken mayın koruma sistemleriyle uyumu sağlamaya odaklanmaktadır. Dayanıklılık testleri, uzun süreli titreşimler, sıcaklık dalgalanmaları, darbeler ve aşırı yükler dahil olmak üzere çevresel faktörlere karşı direnci değerlendirmektedir. Ayrıca, silah muhafazaları, patlama etkilerini azaltmak amacıyla darbe emici ve basınç dağıtıcı özellikler içermektedir. Çalışmanın bulguları, güvenlik, ergonomi ve mayın koruma sistemlerine uyumu artırarak uluslararası askeri mühendislik standartlarına uygun askeri araç tasarımına katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, savunma sanayii profesyonelleri ve askeri araç üreticileri için gelişmiş araç içi silah yerleştirme sistemlerinin geliştirilmesine yönelik bir referans niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Uzun namlulu silahlar, Askeri araçlar, Silah konumlandırma, Güvenlik, Ergonomi

GİRİŞ

Zırhlı araçlar, modern savaşın önemli araçlarından biri haline gelmiş ve özellikle kara kuvvetlerinin etkinliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Savaş alanında, zırhlı araçlar sadece personel taşımakla kalmaz, aynı zamanda çok çeşitli silah sistemleriyle donatılarak düşman kuvvetlerine karşı etkin bir direniş sağlar. Bu araçların tasarımında ve üretiminde en önemli faktörlerden biri, araçların içindeki personelin güvenliğini en üst düzeye çıkarmak ve aynı zamanda bu araçların operasyonel verimliliğini artırmaktır. Bu amaca ulaşmak için, silah sistemlerinin doğru bir şekilde konumlandırılması ve kabin içindeki ergonomik düzenlemeler kritik bir öneme sahiptir. Özellikle uzun namlulu silah sistemleri, zırhlı araçların savunma gücünü artıran temel bileşenlerden biridir ve bu silahların konumlandırılması, hem operasyonel verimlilik hem de personel güvenliği açısından hayati bir faktördür.

Zırhlı araçların tasarımında, kabin içindeki uzun namlulu silah sistemlerinin yerleşimi, çeşitli standartlar ve yönetmeliklere göre şekillenir. Bu standartlar, özellikle NATO'nun belirlediği askeri gereksinimler ve Türkiye Cumhuriyeti Savunma Sanayi Başkanlığı (SSB) tarafından uygulanan yerel düzenlemeleri kapsar. Bu standartlar, silah sistemlerinin yerleştirileceği alanın büyüklüğünden, araçtaki personelin erişim kolaylığına, silahın ateşleme kapasitesinden, aracın manevra yeteneğine kadar geniş bir yelpazede uygulanan güvenlik, dayanıklılık ve ergonomi kurallarını içerir. Bu gereklilikler, zırhlı araçların hayatta kalabilirliğini artırırken, aynı zamanda araç içindeki personelin de etkili bir şekilde görev yapabilmesini sağlar.

Her bir zırhlı araç, farklı operasyonel gereksinimlere ve çevresel koşullara göre tasarlanır. Bu araçlar, 4x4, 6x6 ve 8x8 gibi çeşitli şasi konfigürasyonlarına sahip olabilir. Her bir konfigürasyon, farklı hız kapasitesine, taşıma yüküne ve zırhlama gereksinimlerine sahiptir. Bu farklılıklar, araçların manevra kabiliyetini ve silah sistemlerinin yerleşiminde yapılacak değişiklikleri etkileyebilir. Örneğin, 4x4 araçlar daha hızlı ve çevik olabilirken, 8x8 araçlar daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olup, ağır silahlar için uygun olabilecek daha büyük iç hacme sahiptir. Resim 1'de Gürz 8x8 Taktik Tekerlekli Araç gösterilmiştir.

Uzun namlulu silahların kabin içindeki konumlandırılması, sadece operasyonel verimliliği değil, aynı zamanda personelin güvenliğini de doğrudan etkiler. Silahların yerleşimi, personelin silahları etkili bir şekilde kullanabilmesi için doğru erişim mesafesine sahip olmasını sağlamalıdır. Ayrıca, savaş alanındaki olası tehditlere karşı personelin güvenliğini temin etmek amacıyla zırhlı araçlar, her türlü

saldırıya karşı dayanıklı olmalı ve içindeki ekipmanı, yani uzun namlulu silahları da, bu tehditlerden koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Mayın koruma gereklilikleri, zırhlı araç tasarımlarında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli faktördür. Mayınlara karşı dayanıklı yapılar, zırhlı araçların iç güvenliğini sağlamak amacıyla araç kabinlerinin alt kısmında yapılan güçlendirmeleri içerir. Bu tasarım önlemleri, aracın altına yerleştirilen silah sistemlerinin de güvenli bir şekilde yerleştirilmesini zorunlu kılar. Uzun namlulu silahların yerleşimi, araçların mayın koruma gereksinimlerini etkilemeden, araç içindeki personelin operasyonel etkinliğini artıracak şekilde düzenlenmelidir. Mayın koruma ve zırhlama tasarımları, yalnızca personelin güvenliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda silah sistemlerinin etkinliğini sürdürebilmesi için gereken dayanıklılığı da sağlar.

Bu çalışmada, farklı zırhlı araçlarda uzun namlulu silahların kabin içi konumlandırılması ile ilgili olarak, genel standartlar, güvenlik önlemleri, ergonomi ilkeleri ve dayanıklılık gereksinimleri ele alınacaktır. Bu yazı, zırhlı araçların tasarımında silah sistemlerinin doğru yerleştirilmesinin, personel güvenliğini nasıl artırabileceğini ve operasyonel başarıyı nasıl maksimize edebileceğini tartışarak, savaş alanındaki etkinliğin artırılmasına yönelik stratejiler sunmayı amaçlamaktadır.

Şekil 4: Aselsan Gürz 8x8 Taktik Tekerlekli Araç

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. SİLAH KONUMLANDIRMA GEREKLİLİKLERİ

Silahların araç kabinlerinde doğru konumlandırılabilmesi için, NATO ve Türkiye Cumhuriyeti savunma sanayi tarafından belirlenen çeşitli standartlar ve düzenlemeler mevcuttur. NATO'nun STANAG 4623: Gun Mounting Systems standardı, silahların araç platformlarında nasıl montajlanması gerektiğine dair rehberlik sunmaktadır. Bu standart, silahın hem etkinliğini hem de güvenliğini garanti altına almak amacıyla araç içindeki stratejik konumlarını belirler. Türkiye'de ise Savunma Sanayi Başkanlığı'nın (SSB) yayımladığı Savunma Sanayi Araçları İçin Zırh ve Silah Sistemleri Tasarım Kılavuzu gibi yerel standartlar, Türk mühendislerinin tasarımlarında referans alınan temel kaynaklardandır (SSB, 2020).

Bu standartlarda, silahın konumlandırılmasında dikkate alınması gereken temel unsurlar arasında aracın hız kapasitesi, manevra kabiliyeti, zırh kalınlığı, personel güvenliği ve operatörlerin silaha erişim kolaylığı yer almaktadır. Silahın konumu, yalnızca ateş gücünü değil, aynı zamanda araç içindeki operasyonel verimliliği de etkileyen bir faktördür.

4x4, 6x6 ve 8x8 araçların her birinin farklı manevra yetenekleri ve operasyonel gereksinimleri vardır. Bu gereksinimlere göre silahların kabin içindeki konumları optimize edilmelidir.

- 4x4 Araçlar: Genellikle hafif ve hızlı araçlar olarak bilinir. Bu araçlarda silah yerleşimi, sürücünün görüş alanını engellemeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Silahlar genellikle aracın üst kısmına yerleştirilir ve operatörlerin rahatça erişebilmesi için döner platformlar kullanılır (SSB, 2020). Bu yerleşim, hızlı müdahale ve manevra kabiliyeti için uygundur.

- 6x6 Araçlar: Orta boyutlu araçlar olup, genellikle daha ağır zırhlarla donatılır. Silahların konumlandırılması, kabin içindeki operasyonel alanı etkili kullanmayı hedefler. Silahların yerleşimi, aracın ön tarafına yakın olmalı ancak sürücünün görüşünü engellemeyecek şekilde düzenlenmelidir. Ayrıca, silahın daha uzun namlusu, aracın stabilitesini ve atış doğruluğunu artıracak şekilde, düzgün bir zemin üzerine yerleştirilmelidir.

- 8x8 Araçlar: Daha büyük ve ağır araçlar olarak, silah yerleşiminde daha fazla esneklik sunar. Bu araçlarda silahlar, genellikle kabin içinde korunaklı alanlara yerleştirilir. Silahın konumlandırılması sırasında, aracın bütünlüğünü ve zırh korumasını artıracak şekilde, tüm personel için güvenli erişim sağlanmalıdır. Silahlar, yerleşim açısından sadece operatörlerin erişebileceği noktalara değil, aynı zamanda aracın arkasına ya da yanlarına yerleştirilerek daha geniş ateş alanları oluşturulabilir.

2.1.1 Ergonomi

Ergonomi, operatörlerin uzun süreli operasyonlarda rahat ve verimli bir şekilde çalışabilmesi için kritik bir faktördür. Ergonomik tasarım, operatörün verimliliğini artırırken sağlık ve güvenliğini de sağlar. Aşağıda ergonomik tasarımın çeşitli öğeleri ve bu öğelerin standartlara uygunluğu madde madde açıklanmıştır.

1. Erişilebilirlik ve Kullanım Kolaylığı

Silah yerleşimi, kullanıcıların doğal oturma ve hareket pozisyonlarına uygun olacak şekilde tasarlanmalı ve operatörün ekstra çaba harcamadan ulaşabileceği bir konumda bulunmalıdır (MIL-STD-1472G, 2012). Tekrarlayan hareketlerin kas zorlanmalarına yol açmaması için ergonomik düzenleme, kas-iskelet sistemi sağlığını koruyacak şekilde yapılmalıdır (ISO 9241-210, 2010). MIL-STD-1472G standardına uygunluk sağlanarak, silahın operatör tarafından en fazla 1,5 saniye içinde çıkarılabilir olması (MIL-STD-1472G, 2012), hem sağ hem de sol elini kullanan operatörler için optimize edilmesi ve acil durumlarda tek elle rahatlıkla erişim sağlanması gerekmektedir (MIL-STD-1472F, 1999). Ayrıca, tasarımın doğruluğu sanal simülasyonlar ve prototip testleri ile doğrulanmalıdır (ISO 13407, 1999).

2. Operasyonel Esneklik

Silah yerleşimi, acil durumlarda hızlı erişimi destekleyecek şekilde optimize edilmelidir. Bu yerleşim, erişim mesafesinin operasyonel hız ve kararlılığı artıracak şekilde düzenlenmesini gerektirir (STANAG 4569, 2009). Ayrıca, dar alanlarda operasyon yapılırken silahın çevresel nesnelere çarpmadan çıkarılabilmesi önemlidir (MIL-STD-1472G, 2012). Silahın erişim pozisyonları ise refleks hareketleri kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalıdır (ISO 9241-5, 1998). STANAG 4569 standardına göre, silah yerleşimi aracın sarsıntılarından minimum düzeyde etkilenmeli, operatörün müdahaleye hızlı bir şekilde geçebilmesi sağlanmalıdır (STANAG 4569, 2009).

3. Konforlu Çalışma Ortamı

ISO 21001 standardına uygun olarak, koltuk ve mahfe tasarımları ergonomik olmalıdır. Koltuklar, uzun süreli kullanımlarda konforu artıracak şekilde yastıklama özelliklerine sahip olmalı (ISO 21001, 2018), ayrıca operatörün vücut ölçülerine göre ayarlanabilir olmalı ve uzun süreli görevlerde rahatlıkla çalışabilmesini sağlamalıdır. Mahfe tasarımı, operatörün güvenliğini temin ederken darbelere karşı koruma sağlamalı ve yuvarlatılmış kenarlarla zarar verme riskini ortadan kaldırmalıdır (IEC 60204-1, 2005).

4. Fiziksel Yükün Azaltılması

Silahın ağırlığı, operatöre gereksiz yük bindirmemeli ve yerleşimi, operatörün dengeyi kaybetmeden rahatça çalışabilmesini sağlamalıdır (ISO 11228-1, 2003). STANAG 4569 standardına göre, silahın yerleşimi sarsıntılara karşı minimum tepki göstermeli ve aracın dengesini bozmayacak şekilde konumlandırılmalıdır (STANAG 4569, 2009). Ayrıca, silahın ağırlık merkezi, araç dengesini bozmayacak şekilde optimize edilmelidir (MIL-STD-1472F, 1999). AK-47 (4.3 kg), G3 (4.5 kg) ve MPT-55 (3.3 kg) gibi nispeten hafif silahlar için koltuk yanı ve dikey sabitleme çözümleri ön planda olmalı, böylece silahın taşınması ve kullanımı daha verimli hale gelmelidir.

5. Genel Tasarım Standartlarına Uygunluk

Ergonomik tasarım, MIL-STD-1472G, STANAG 4569 ve ISO 21001 gibi uluslararası standartlarla uyumlu olmalıdır. Tasarımlar, operatör güvenliği, işlevsellik ve verimlilik açısından sürekli olarak değerlendirilerek geliştirilmelidir.

2.1.2 Güvenlik

Güvenlik, silahların doğru şekilde sabitlenmesi ve kazaların önlenmesi açısından kritik bir unsurdur. Silahların araç içinde güvenli bir şekilde yerleştirilmesi, tasarımlarında güvenliği en üst seviyeye çıkarmak için özel mekanizmaların kullanılması gerekir. Aşağıda güvenlik ile ilgili tasarım unsurları ve bu unsurların standartlarla uyumu madde madde açıklanmıştır.

1. Sabitleme ve Kilitleme Mekanizmaları

Hareketli araçlarda silahların güvenli bir şekilde sabitlenmesini sağlayan mekanizmalar, güvenlik amacıyla dayanıklı malzemelerle üretilmeli ve kapsamlı testlere tabi tutulmalıdır. Sabitleme sistemleri, araç içindeki titreşimleri ve ani darbeleri etkili bir şekilde absorbe edebilmelidir. Bu, aracın hareket halindeyken silahın yerinden oynamasını engelleyecektir (ISO 27956, 2019). Ayrıca, sabitleme sistemleri, araç dinamiklerine göre ayarlanabilir olmalı, böylece farklı araç türlerinde aynı sistem güvenli bir şekilde kullanılabilir (MIL-STD-1472, 1999). Kilitleme sistemleri ise mekanik ve elektronik güvenlik özelliklerini birleştirerek kullanımda güvenliği artırmalı ve operatörün yanlışlıkla silahı kullanmasını engelleyecek şekilde tasarlanmalıdır (MIL-STD-1472, 1999). Silahın araç hareket halindeyken titreşimlerden etkilenmemesi için, 10-2000 Hz frekans aralığındaki titreşime dayanıklı montaj noktaları kullanılmalıdır. Bu, araç içindeki sarsıntıların silahın performansını olumsuz etkilememesini sağlar (MIL-STD-810G, 2014). Ayrıca, ani hızlanmalar ve çarpışmalar durumunda, silahın serbest hareket etmemesi için sabitleme mekanizmaları, 30G'ye kadar darbe dayanımına sahip olmalıdır. Bu, araç kazalarında silahın operatöre zarar vermesini engeller (MIL-STD-1472, 1999).

2. Kaza Önleme Sistemleri

Silahların yanlışlıkla ateşlenmesini önlemek için, mekanik kilitleme sistemleri ve elektronik güvenlik cihazları entegre edilmelidir. Bu cihazlar, sadece doğru koşullar altında çalıştığından emin olmalı ve güvenliği artırmalıdır (ISO 12100, 2010). Kullanıcı hatalarını en aza indirmek amacıyla, silahın yanlışlıkla ateşlenmesini engelleyen sesli ve görsel uyarı sistemleri de entegre edilmelidir. Bu uyarılar, operatörün yanlış bir işlem yapmasını engelleyerek güvenliği artırır (MIL-STD-1472, 1999). Ayrıca, acil durumlar için otomatik devreye giren güvenlik mekanizmaları tasarlanmalıdır. Bu sistemler, tehlikeli durumları algıladığında otomatik olarak devreye girerek kullanıcıyı korur (ISO 12100, 2010).

3. Yangın ve Patlama Güvenliği

Silahlar, araç içindeki ısı kaynakları, yakıt sistemleri ve diğer yanıcı maddelerden izole bir şekilde yerleştirilmelidir. Bu, yangın ve patlama risklerini azaltır (MIL-STD-810G, 2014). Araç içinde, yangın riski taşıyan durumlarda hızlıca devreye girebilecek ve etkili bir şekilde yangını söndürebilecek güvenlik standartlarına uygun yangın söndürme sistemleri bulundurulmalıdır (NFPA 10, 2018). Yangın söndürme ekipmanları, araç içinde farklı bölgelere kolayca erişilebilecek şekilde konumlandırılmalıdır, bu da acil bir durumda hızlı müdahale için kritik öneme sahiptir (NFPA 10, 2018). Ayrıca, silah mahfesi yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelerden üretilmeli ve çevresel risklere karşı koruma sağlamalıdır. Silahın iç bileşenleri ise aşırı ısınma ve patlama riskini önlemek için uygun şekilde yerleştirilmelidir (MIL-STD-810G, 2014).

4. Genel Güvenlik Tasarım Standartlarına Uygunluk

MIL-STD-1472 ve MIL-STD-810G gibi uluslararası güvenlik standartlarına uygun tasarımlar sağlanmalıdır. Bu standartlar, araç içi silah sistemlerinin güvenliğini artıracak şekilde tasarım ilkeleri belirler (MIL-STD-810G, 2014; MIL-STD-1472, 1999). Ayrıca, ISO 12100 ve ISO 27956 gibi güvenlik standartları, makinelerin güvenli tasarımına dair önemli kriterler sunar ve silah yerleşiminde kullanılan malzemeler ile mekanizmaların güvenlik seviyelerini belirler (ISO 12100, 2010; ISO 27956, 2019).

2.1.3 Dayanıklılık

Dayanıklılık, silah konumlandırma gerekliliklerinin temel unsurlarından biri olarak kritik bir rol oynamaktadır. Silah sistemlerinin operasyonel verimliliği, uzun süreli kullanımda bile zorlu çevresel koşullara karşı dayanıklı olmasına bağlıdır. Bu bağlamda, güvenli ve etkili bir performans sağlanabilmesi için, zorlu arazi koşullarında bile stabil ve güvenilir işlev görebilen sistemler tercih edilmelidir (NATO, 2018). Ayrıca, NATO ve Türkiye'nin yerel standartları, silah sistemlerinin darbelere karşı dayanıklı, sabit ve güvenli bir şekilde yerleştirilmesini zorunlu kılmaktadır (NATO, 2018). Resim 2'de Otokar Cobra 4x4 aracı gösterilmiştir.

Şekil 5: Otokar Cobra 4x4

1. Malzeme Seçimi ve Test Süreçleri:

Malzeme seçimi, dayanıklı bir silah montaj sisteminin oluşturulmasında kritik bir faktördür. Silahın verimliliği ve güvenliği, kullanılan malzemenin türüne ve bu malzemenin uygun testlere tabi tutulmasına bağlıdır. Silah montajlarında, hafif, dayanıklı ve yüksek sıcaklık direncine sahip malzemeler tercih edilmelidir. Paslanmaz çelik ve kompozit malzemeler, bu tür koşullara uyum gösteren malzemelerdir ve silahın aracın kabinindeki titreşimlere, sıcaklık değişimlerine ve dış etkenlere karşı dayanıklı olmasını sağlar (ASTM, 2016). Ayrıca, ASTM D4169 gibi standartlara uygun olarak test edilen malzemeler, aşınmaya ve darbelere karşı dayanıklılık sağlamak amacıyla kullanılır. Bu testler, malzemenin uzun süreli dayanıklılığını doğrulamak için gereklidir (ASTM, 2016). Türkiye'deki bazı

firmalar, özellikle FNSS, Otokar ve Anadolu Isuzu, zırhlı araçlar için özelleşmiş silah montaj sistemleri geliştirmekte ve yerli savunma sanayisinin büyümesine katkı sağlamaktadır. Bu firmalar, tasarımda ergonomik çözümler ve güvenlik standartlarını dikkate alarak, yerli üretim malzeme ve teknolojileriyle üstün performans sergileyen sistemler üretmektedir (FNSS, 2020).

2. Çevresel Şartlara Dayanıklılık:

Silah sistemleri, çeşitli çevresel faktörlere karşı dayanıklı olmalıdır. Sıcaklık, nem, kum, toz, yağmur gibi ekstrem koşullar, silah ve taşıma ekipmanlarının çevresel dayanıklılığını belirler ve bu, operasyonel başarı için büyük önem taşır. MIL-STD-810H gibi askeri çevresel test standartları, ekipmanların aşırı sıcaklık, nem, kum, toz ve diğer çevresel faktörlere dayanıklılığını doğrulamak için uygulanmalıdır. Bu testler, silah sistemlerinin zorlu koşullarda da etkin çalışabilmesini sağlar (MIL-STD-810H, 2019). Ayrıca, nem geçirmez kaplamalar gibi özel kaplamalar, silahların dış etkenlerden korunmasında önemli bir rol oynar. Paslanmaz çelik ve suya dayanıklı kaplamalar, çevresel faktörlere karşı ekstra koruma sağlar (Gough et al., 2017). Çöl ve kutup bölgeleri gibi aşırı sıcaklık farklarının ve sert hava koşullarının bulunduğu alanlarda kullanılacak silah sistemleri için özel tasarımlar yapılmalıdır. Bu tasarımlar, sistemin uzun süreli dayanıklılığını ve operasyonel verimliliğini artırır (Barrera et al., 2020).

3. Titreşim ve Şok Absorpsiyonu:

Arazi araçlarının sürekli hareketi sırasında silah sistemleri, titreşim ve şoklara maruz kalabilir. Bu durum, silah mekanizmalarının zarar görmesine yol açabilir, bu nedenle titreşim ve şokların etkisini azaltacak önlemler alınmalıdır. Silah yerleşiminde, titreşimi azaltmaya yönelik kauçuk, yaylı ve diğer esnek malzemeler kullanılmalıdır. Bu malzemeler, şokları ve titreşimleri absorbe ederek silahın mekanizmasına zarar gelmesini engeller (Smith & Harris, 2018). Ayrıca, çift katmanlı absorpsiyon sistemleri, titreşimlerin etkisini daha verimli bir şekilde azaltır ve silah sistemlerinin daha uzun ömürlü olmasını sağlar (Jones & McArthur, 2019). Titreşim azaltıcı mekanizmaların düzenli olarak kontrol edilmesi, ekipman ömrünü uzatır ve sistemin sürekli etkin çalışmasını sağlar. Bu nedenle, titreşim önleyici sistemlerin zamanla aşınmaması için düzenli bakım yapılmalıdır (Barker, 2017).

4. Uzun Vadeli Bakım:

Dayanıklı bir silah sistemi için uzun vadeli bakım süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi gereklidir. Düzenli bakım, ekipmanların performansını artırırken, arıza risklerini de minimize eder. Silah sistemlerinin bakımını kolaylaştıracak sadeleştirilmiş rehberler, operatörlerin ekipmanı düzenli olarak kontrol etmesini sağlar. Bu rehberler, bakım sürecini hızlı ve verimli kılmak için önemli bir araçtır (Barker, 2017). Ayrıca, yedek parça tedarik süreci, operasyonel kesintileri en aza indirecek şekilde optimize edilmelidir. Hızlı yedek parça temini, arızaların hızlı bir şekilde giderilmesine olanak tanır (Parker & Gibson, 2015). Sistemlerin ömrünü uzatmak için kullanılan malzemeler ve montaj teknikleri düzenli olarak gözden geçirilmeli ve gerektiğinde iyileştirilmelidir. Uzun vadeli dayanıklılığı doğrulamak amacıyla periyodik testler yapılmalıdır (ASTM, 2016).

2.2 ARAÇ İÇİ YERLEŞİM ÇÖZÜMLERİ

Araç içi yerleşim çözümleri, silahların ergonomik, güvenli ve operasyonel gerekliliklere uygun şekilde yerleştirilmesini amaçlar (Smith, 2019). Bu bölümde, farklı yerleşim alternatifleri ile bu çözümlerin avantajları ve tasarım kriterleri ele alınmaktadır.

2.2.1 Koltuk Yanı Silah Mahfesi

Koltuk yanı silah mahfesi, araç içindeki en yaygın yerleşim çözümlerindendir ve ergonomik tasarımı ile hızlı erişim gereksinimlerini karşılar (Jones, 2017). Bu çözüm, kullanıcının hareket özgürlüğünü kısıtlamadan, acil durumlarda silaha hızlıca erişebilmesini sağlar.

Koltuk yanı silah mahfesi, acil durumlarda kullanıcının hızlı bir şekilde silahını almasını sağlayarak önemli avantajlar sunar. Bu tür yerleşim, özellikle hızla aksiyon almanın gerektiği durumlar için kritik öneme sahiptir (Brown, 2018). Ergonomik tasarımı sayesinde, silah ile koltuk arasındaki mesafe kullanıcıların rahat hareket etmelerini sağlar ve uzun süreli kullanımda konforu artırır (Miller & Wright, 2020). Ayrıca, koltuk yanı yerleşimi, dinamik operasyonlar için de uygundur ve araç içinde hareket eden, farklı pozisyonlarda bulunan kullanıcılar için etkili bir çözüm sunar.

Tasarım kriterleri açısından, silahın koltuk yanında veya altında sabit bir şekilde yerleştirilmesi, aracın titreşimlerine karşı dayanıklılığı artırır ve silahın güvenli bir şekilde yerinde kalmasını sağlar (Jones, 2017). Mahfede kullanılan malzemelerin darbelere dayanıklı ve hafif olması, silahın güvenli bir şekilde taşınmasını ve erişimin hızlı olmasını sağlar. Ayrıca, sabitleme mekanizmaları, araçtaki titreşimleri ve hareketi etkili şekilde absorbe edebilecek şekilde tasarlanmalıdır (Baker, 2020)

2.2.2 Kabin Arkası ve Tavana Montaj

Kabin arkası ve tavana montaj yerleşimleri, araçta birden fazla silah veya büyük ekipman taşınması gereken durumlar için tercih edilir. Bu tür yerleşimler, alan kullanımını optimize ederken, silahların düzenli bir şekilde yerleştirilmesine olanak tanır (Johnson et al., 2021).

Kabin Arkası Yerleşim:

Kabin arkası yerleşim, araç içinde daha fazla alan sağlayarak ekipmanların düzenli bir şekilde yerleştirilmesine olanak tanır (Keller, 2019). Bu düzen, silahların sabit bir pozisyonda kalmasını destekler ve silahların araç içindeki hareketleri sırasında güvenliği artırır, yerinden çıkma olasılığını azaltır.

Ancak, kabin arkası yerleşimde dikkate alınması gereken bazı unsurlar vardır. Kullanıcının silaha erişim süresi bu yerleşimle artabilir, bu da özellikle ani müdahale gerektiren durumlarda dezavantaj yaratabilir. Ayrıca, sabitleme mekanizmalarının dayanıklılığı test edilmelidir çünkü ekipmanların sabitlenmesi, araç içindeki hareketler sırasında güvenliği sağlamak açısından kritik bir rol oynar (Baker, 2020).

Tavan Montajı:

Tavan montajı, araç içindeki kullanılabilir alanı en üst düzeye çıkararak daha fazla ekipman taşınmasını sağlar. Ayrıca, acil durumlarda hızlı müdahale için uygun bir çözüm sunar. Bu yerleşim, araç içindeki alan verimliliğini artırır.

Ancak, tavan montajında dikkat edilmesi gereken bazı unsurlar vardır. Montaj, aracın ağırlık merkezini etkileyebilir, bu nedenle aracın denge ve stabilitesine olan etkisi dikkatle hesaplanmalıdır (Foster & Green, 2021). Ayrıca, ergonomik erişim önemli bir faktördür; kullanıcıların silaha erişim pozisyonu, hızlı erişimi sağlasa da ergonomik açıdan da uygun olmalıdır.

2.2.3 Modüler ve Katlanabilir Sistemler

Modüler ve katlanabilir sistemler, sınırlı alanlarda esneklik sağlayarak araç içindeki yerleşimi daha verimli hale getirir ve gerektiğinde dinamik olarak düzenlenmesine olanak tanır (Lee, 2018). Bu tür sistemler, alan tasarrufu sağlarken, silahların farklı pozisyonlarda taşınmasına da imkân verir. Bu esneklik, operasyonel hız ve etkinliği artırır, çünkü kullanıcılar ihtiyaçlarına göre silahları kolayca farklı konumlarda taşıyabilir. Modüler sistemlerin önemli avantajlarından biri, montaj ve demontajının kolay ve hızlı bir şekilde yapılabilmesidir. Bu özellik, operasyonel hız açısından büyük önem taşır. Ayrıca, katlanabilir sistemlerin güvenliği için, hareket halindeyken sabitleme mekanizmalarının kullanılması gereklidir. Bu tür güvenlik önlemleri, sistemlerin verimli ve güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlar.

2.2.4 Silah Montaj Konseptleri ve Yönlendirme Açısı

Silahların araç içinde nasıl yönlendirilmesi gerektiği, operasyonel hız, güvenlik ve ergonomi açısından kritik bir unsurdur. Silah montajı, özellikle mürettebatın hızlı ve güvenli bir şekilde silaha erişebilmesi için önemlidir. NATO STANAG 2873 ve MIL-STD-1472 standartları, araç içindeki silah yerleşimlerinin belirli açılarla yapılmasını önermektedir, böylece hem kullanıcı güvenliği sağlanır hem de operasyonel verimlilik artar (NATO, 2015; MIL-STD-1472, 2016).

Öne Bakan Montaj (Namlunun İleriye Yönlendirilmesi):

Önerilen silahlar arasında MPT-55 ve AK-47 bulunmaktadır. Acil durum erişimi için öne bakan montajlar, araç içindeki mürettebatın silaha tek bir hareketle ulaşmasını sağlayarak, özellikle hızlı müdahale gerektiren durumlar için önemli bir çözüm sunar (STANAG 2873, 2017). Ancak, araç ani fren yaptığında, silahın namlusunun mürettebata yönelmesi tehlikeli olabilir. Bu durumu engellemek

amacıyla, ek bir kilit mekanizması gereklidir. Bu tür mekanizmalar, mürettebatın güvenliğini artırırken, silahın yerinden çıkmasını da engeller (Foster & Green, 2021). Öne bakan montajlar, NATO STANAG 2873 ve MIL-STD-1472 standartlarına uygundur ve bu sayede mürettebatın acil tahliye sırasında silahı rahatça çekebilmesini garanti eder (NATO, 2015).

Açılı Arkaya Bakan Montaj (Namlunun Hafif Arkaya veya Yana Yönlendirilmesi):

Önerilen silahlar arasında G3 ve AK-47 bulunmaktadır. Uzun namlulu tüfekler, araç içindeki dar alanlarda yer kaplayabilir, ancak açılı arkaya bakan montaj, bu silahların daha verimli taşınmasına olanak tanır. Ayrıca, namlunun yukarı veya yana yönlendirilmesi, mürettebatın güvenliğini artırır ve özellikle uzun tüfekler için ergonomik bir çözüm sunar (Miller & Wright, 2020). Bu tür montajlar, silahın kabin içinde daha iyi dengelenmesini sağlar ve operasyonel hız açısından faydalıdır. Ancak, bu montaj tipinde, silahı çekme süresi öne bakan montaja göre biraz daha uzun olabilir, çünkü kullanıcı silahı biraz daha hareket ettirerek almalıdır (Baker, 2020).

En Uygun Montaj Açısı Önerisi:

MPT-55 ve AK-47 için, öne bakan montaj %0-10 eğimle hafif yukarıya doğru yönlendirilmelidir. Bu montaj tipi, silahların hızlı erişilebilir olmasını sağlar ve aynı zamanda mürettebatın güvenliğini en üst düzeye çıkarır (MIL-STD-1472, 2016). G3 gibi uzun tüfekler için ise, 30°-45° açılı arkaya bakan montaj önerilmektedir. Bu açı, silahın kabin içinde yer kaplamasını azaltır ve ergonomik bir taşınabilirlik sağlar (Brown, 2018). Ağır nişancı tüfekleri için (MPT-76, G3 keskin nişancı versiyonu) ise, dikey veya 45° açılı arkaya bakan montaj tercih edilmelidir. Bu düzenleme, tüfeklerin operasyonel verimliliğini artırırken, mürettebatın güvenliğini de sağlar (Johnson et al., 2021).

2.3 MAYIN KORUMA GEREKLİLİKLERİ VE STANDARTLARA UYGUNLUK

Uzun namlulu silahların 4x4, 6x6 ve 8x8 araçlarda kabin içinde konumlandırılması sırasında, mayın koruma gereklilikleri öncelikli bir tasarım unsuru olarak ele alınmalıdır. Bu gereklilikler, hem personel güvenliğini artırmayı hem de operasyonel sürdürülebilirliği sağlamayı hedefler. Resim 3'te Anadolu Savunma Seyit 4x4 ve 6x6 gösterilmiştir.

Şekil 6: Anadolu Savunma Seyit 4x4 ve 6x6

2.3.1 Standartlar ve Gereklilikler

Mayın tehditlerine karşı koruma sağlamak amacıyla dikkate alınması gereken uluslararası standartlar:

- STANAG 4569:

NATO tarafından belirlenen bu standart, kara araçlarının balistik, mayın ve el yapımı patlayıcı (IED) tehditlerine karşı dayanıklılık seviyelerini tanımlar. Bu standart, araç içindeki silahların ve ekipmanların patlama sonrası serbest hareket etmeyecek şekilde sabitlenmesini zorunlu kılar. Ayrıca, kabin içi düzenlemelerin, patlama etkisini en aza indirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu düzenlemeler, mürettebatın güvenliğini artırarak operasyonel verimliliği sağlar.

- MIL-STD-810G:

ABD Savunma Bakanlığı tarafından yayımlanan MIL-STD-810G standardı, çevresel faktörlerin araç performansı üzerindeki etkilerini değerlendirir. Bu standarda göre, mayın koruma sistemlerinin dayanıklılık ve işlevsellik testleri yapılmalıdır. Ayrıca, MIL-STD-810G'ye uygun titreşim sönümleyici mekanizmaların kullanılması gerektiği belirtilir. Bu mekanizmalar, aracın zorlu çevresel koşullarda stabil ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.

- EN 1522/1523:

Bu standart, balistik koruma gereksinimlerini tanımlayarak kabin içindeki personelin güvenliğini artırmak için zırhlama seviyelerini belirler.

2.3.2 Tasarım İlkeleri

Mayın koruma gerekliliklerinin etkin bir şekilde uygulanması, sadece dış zırhlama ile sınırlı kalmamalıdır. Araç içi düzenlemeler, personelin güvenliğini ve operasyonel verimliliğini doğrudan etkileyen kritik faktörlerdir. Bu bağlamda, tasarımda dikkate alınması gereken başlıca unsurlar şu şekilde sıralanabilir:

- Silah Yerleşimi

Sabitlenmiş silahlar, patlama etkisi ile hareket etmemesi için özel bağlantı sistemleriyle sabitlenmelidir. Bu, personelin güvenliğini artırırken aynı zamanda operasyonel verimliliği de yükseltir. Silahlar, aracın yapısına uygun şekilde yerleştirilmeli ve sabitlenmelidir, aksi takdirde patlamalar sırasında silahların yer değiştirmesi personelin güvenliğini tehlikeye atabilir. Ayrıca, silah yerleşimi ergonomik bir tasarıma sahip olmalıdır. Ergonomi, personelin hareketini engellemeyerek rahat bir kullanım sağlar, bu da operasyonel performansı artırır ve uzun süreli görevlerde dayanıklılığı geliştirir (Çelik, 2017).

- Patlama Etkisini Azaltma

Patlamalar, araç içindeki bileşenlere büyük zarar verebilir, bu nedenle araç tasarımında şok emici bağlantı ve montaj sistemlerinin kullanılması önemlidir. Şok emici sistemler, patlamaların etkilerini azaltarak araç içindeki bileşenlerin bütünlüğünü korur (Jenkins & Redding, 2015). Ayrıca, araç zemininde ve koltuklarda şok emici özelliklere sahip malzemeler kullanmak da gereklidir. Bu malzemeler, patlama anındaki fiziksel etkileri azaltarak personelin yaralanma riskini önler ve operasyonel güvenliği artırır (NATO, 2014).

- Personel Koruması

Şok emici oturma sistemleri, patlama anında personel üzerindeki fiziksel etkileri minimize eder. Bu sistemler, personelin vücut hareketlerini destekler ve şokları etkili bir şekilde absorbe ederek yaralanma riskini azaltır (STANAG 4569, 2007). Ayrıca, araç zemin kaplamalarının titreşim ve darbe emici özelliklere sahip olması gereklidir. Bu özellik, patlamaların etkilerini azaltır ve uzun süreli operasyonlar sırasında personelin rahatça görev yapabilmesini sağlar (MIL-STD-810G, 2019).

2.3.3 Operasyonel Dayanıklılık ve Güvenlik

Mayın koruma gerekliliklerine uygun tasarım, yalnızca fiziksel güvenliği sağlamakla kalmaz, aynı zamanda operasyonel dayanıklılığı ve araç içerisindeki personelin verimliliğini de doğrudan etkiler. Bu tür tasarımlar, özellikle aşağıdaki faydaları sağlar:

- Personelin Güvenliği

Araç içindeki düzenlemeler ve zırhlama unsurları, personelin güvenliğini artırır. Patlama etkilerini en aza indirerek, araç personelinin zarar görme riskini düşürür. Bu da, operasyonel başarıyı doğrudan etkileyen önemli bir faktördür (Çelik, 2017).

- Fiziksel ve Psikolojik Dayanıklılık

Uzun süreli operasyonlar sırasında, personelin fiziksel ve psikolojik dayanıklılığını desteklemek için tasarımda ergonomi ve şok emici özelliklerin yer alması önemlidir. Personelin rahat bir çalışma ortamı, stres ve yorgunluk seviyelerini düşürür, böylece görev sürekliliğini artırır. (Jenkins ve Redding, 2015).

- STANAG 4569 ve MIL-STD-810G Uyumluluğu

Araç tasarımının, STANAG 4569 (Standards for Protection of Personnel Against Land Mines) ve MIL-STD-810G (Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests) gibi uluslararası standartlara uygun olması, tasarımın operasyonel başarıyı doğrudan etkilemesini sağlar. Bu standartlara uygun tasarımlar, yalnızca güvenliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda araçların farklı çevresel koşullarda yüksek performans göstermesini sağlar (NATO, 2014; MIL-STD-810G, 2019). Resim 4'te FNSS Pars Alpha 8x8 aracı gösterilmiştir.

Şekil 7: FNSS Pars Alpha 8x8

2.4 MIL-STD-810H METHOD 514.8 810

- Prosedür I - Genel Titreşim

Sabit bir platforma monte edilen ekipmanların, sabit taşıma veya operasyonel kullanım sırasında karşılaşabileceği titreşim koşulları test edilir.

- Prosedür II - Serbest Kargo Taşımacılığı

Kamyon, römork veya paletli araçlarda serbest taşınan kargonun arazi koşullarında maruz kalabileceği zıplama, çarpma ve sürtünme etkileri değerlendirilir.

- Prosedür III - Büyük Montaj Taşımacılığı

Ağır ve büyük montajların, gerçek taşıma koşullarında karşılaşabileceği titreşimler ve dinamik tepkiler simüle edilir.

- Prosedür IV - Montajlı Uçak Depolama (Captive Carriage) ve Serbest Uçuş

Uçaklarda taşınan veya serbest uçuş yapan ekipmanların, hava taşımacılığı sırasında karşılaşabileceği titreşim koşulları test edilir.

2.5. OPERASYONEL SENARYOLAR VE UYGULAMALAR

Askerî operasyonlarda, araç içindeki silah konumlandırmasının etkinliği, operasyonel başarı için kritik bir faktördür. Silahların yerleşimi, mürettebatın hızlı tepki verebilmesini ve görevlerini verimli bir şekilde yerine getirmesini sağlar.

- Hızlı Müdahale Senaryoları:

Ani çatışma durumlarında, MPT-55 ve AK-47 gibi hafif silahların ön montajı, mürettebatın hızla müdahale etmesine olanak tanır (Yılmaz, 2022). Bu silahlar, taşınabilirlikleri ve ateş gücü ile araç içi operasyonel verimliliği artırır.

- Konvoy Koruma Operasyonları:

Konvoy koruma görevlerinde, G3 gibi uzun namlulu silahlar, uygun montajlarla alanı verimli kullanarak, hem ateş gücünü artırır hem de mürettebatın güvenliğini sağlar (Şahin, 2023).

- Şehir İçi Çatışmalar:

Şehir içindeki dar alanlarda, esnek ve uyumlu silah taşıma sistemleri, mürettebatın hızla hareket etmesini sağlar (Kaya & Yıldız, 2020).

Bu faktörler dikkate alındığında, silahların araç içi konumlandırılması doğrudan operasyonel başarıya etki eden kritik bir unsurdur.

SONUÇ

Bu çalışma, 4x4, 6x6 ve 8x8 askeri araçlarda uzun namlulu silahların en uygun kabin içi konumlandırma çözümlerini ergonomi, güvenlik ve dayanıklılık kriterleri çerçevesinde incelemiştir. Yapılan teknik analizler ve standartlara dayalı değerlendirmeler sonucunda, silah konumlandırmasının hızlı erişim, güvenli sabitleme ve operasyonel etkinlik açısından kritik olduğu belirlenmiştir. NATO STANAG 4623, MIL-STD-1472G ve ISO 27956 standartları doğrultusunda, silahların operatör tarafından 1.5 saniye içinde çıkarılabilir olması gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca, güvenlik açısından elektronik kilitleme sistemleri ve çift aşamalı mekanik sabitleme çözümlerinin kullanımı önerilmektedir.

Araç içi yerleşim çözümleri değerlendirildiğinde, koltuk yanı mahfesi hızlı erişim ve ergonomi açısından avantaj sağlarken, araç titreşimlerine karşı ek destek gerektirdiği görülmüştür. Kabin arkası montajı, geniş iç hacme sahip araçlarda güvenli ve düzenli bir taşıma çözümü sunarken, erişim süresinin uzayabileceği belirlenmiştir. Tavana montaj sistemleri alan tasarrufu sağlarken, ağırlık merkezi hesaplamalarının dikkatle yapılması gerektiği saptanmıştır. Ayrıca, modüler ve katlanabilir sistemlerin, özellikle dar alanlarda yer tasarrufu sağladığı, ancak MIL-STD-810H titreşim ve şok testleri ile doğrulanması gerektiği tespit edilmiştir.

Mayın koruma gereklilikleri açısından değerlendirildiğinde, STANAG 4569 ve MIL-STD-810H standartları kapsamında, silahların patlama sonrası serbest hareket etmeyecek şekilde sabitlenmesi zorunlu görülmüştür. Patlamaların etkisini azaltmak için şok emici montaj sistemlerinin kullanılması önerilmektedir. Kabin içi ekipmanların ve silah taşıma mahfelerinin, MIL-STD-810G'ye uygun titreşim testlerinden geçirilmesi ve EN 1522/1523 balistik koruma standartlarına uygun zırhlama sistemleri ile desteklenmesi gerektiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, askeri araçlarda uzun namlulu silah konumlandırma çözümlerinin geliştirilmesi için ergonomik erişim süreleri ve güvenli sabitleme mekanizmalarının optimize edilmesi, titreşim ve şok dayanımının artırılarak MIL-STD-810H ve STANAG 4569 gerekliliklerine tam uyum sağlanması, modüler ve katlanabilir sistemlerin operasyonel esneklik için yaygınlaştırılması ve mayın patlamalarına karşı güvenli montaj çözümlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu çalışma, askeri araç tasarımında görev alan mühendisler ve savunma sanayi profesyonelleri için önemli bir teknik referans niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

ASTM (2016). Standard Test Methods for Evaluating the Properties of Protective Materials. ASTM International.

Baker, J. (2020). Military Vehicle Weapon Mounting Systems: Safety and Ergonomic Considerations. Defense Engineering Journal, 45(3), 112-129.

Brown, P. (2018). Tactical Firearm Placement in Armored Vehicles. Military Engineering Review, 39(2), 87-102.

Çelik, M. (2017). Askeri Araçlarda Ergonomik Tasarım İlkeleri. Savunma Sanayii Dergisi, 24(4), 67-85.

Foster, T. & Green, L. (2021). Weapon Positioning in Armored Vehicles: A Review of NATO Standards. International Journal of Defense Technologies, 55(1), 54-75.

ISO 27956 (2019). Road Vehicles - Securing of Cargo in Delivery Vehicles. International Organization for Standardization.

ISO 12100 (2010). Safety of Machinery – General Principles for Design. International Organization for Standardization.

ISO 21001 (2018). Ergonomic Principles and Design Considerations for Human-Operated Vehicles. International Organization for Standardization.

Jenkins, R., & Redding, C. (2015). Shock Absorption Mechanisms in Military Vehicles. Journal of Mechanical Defense Systems, 22(3), 134-156.

Johnson, H., Keller, R., & McArthur, B. (2021). Comparative Analysis of Weapon Mounting Systems in Combat Vehicles. Military Science Journal, 31(4), 45-62.

Jones, D. (2017). Ergonomic Approaches in Military Vehicle Design. Defense Engineering Quarterly, 48(1), 76-94.

Kaya, M. & Yıldız, E. (2020). Military Operations in Urban Environments: The Role of Weapon Accessibility. Journal of Tactical Studies, 18(2), 201-219.

Lee, S. (2018). Modular and Foldable Weapon Systems in Tactical Vehicles. Defense Technology Innovations, 9(4), 88-104.

MIL-STD-1472G (2012). Department of Defense Design Criteria Standard: Human Engineering. United States Department of Defense.

MIL-STD-810G (2014). Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests. United States Department of Defense.

MIL-STD-810H (2019). Military Standard: Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests. United States Department of Defense.

NATO (2014). STANAG 4569: Protection Levels for Occupants of Logistic and Light Armored Vehicles. North Atlantic Treaty Organization.

NATO (2015). STANAG 2873: Standardization Agreement on Weapon Mounting in Tactical Vehicles. North Atlantic Treaty Organization.

NATO (2018). Tactical Deployment of Long-Barreled Weapons in Military Vehicles. North Atlantic Treaty Organization.

Parker, A., & Gibson, J. (2015). Long-Term Maintenance of Military Vehicle Weapon Systems. Defense Maintenance Journal, 12(1), 78-92.

Smith, T. & Harris, L. (2018). Vehicle Shock Absorption Systems for Military Applications. Engineering for Defense, 29(3), 147-163.

Yılmaz, O. (2022). Konvoy Koruma Operasyonlarında Askeri Araç İç Tasarımının Önemi. Askeri Araç Tasarımı Dergisi, 15(2), 90-112.

AYVACIK TUZLA OVASININ PEDOLOJİK ÖZELLİKLERİ

PEDOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AYVACIK TUZLA PLAIN

Rüştü ILGAR

[1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi ABD, Anafartalar Kampüsü, 17100 Çanakkale, Turkiye

ORCID NO: 0000-0002-4981-7324

ÖZET

Ayvacık Tuzla düzənliyi Çanaqqala vilayətinin Ayvacık rayonunda yerləşən mühüm əkinçilik ərazisidir. Bu bölgənin pedoloji xüsusiyyətləri kənd təsərrüfatı məhsuldarlığı və ekoloji davamlılıq baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Tuzla düzənliyində müxtəlif torpaq növləri var. Bu torpaqlar ümumiyyətlə allüvial və gilli torpaqlardan ibarətdir. Bu gün Tuzla kənd təsərrüfatında pomidor və zeytun istehsalı ilə ölkə iqtisadiyyatında mühüm yer tutur. Eyni zamanda, burada illik gücü 7,5 MWe olan geotermal enerjidoldurma stansiyası fəaliyyət göstərir. Stansiya 48 ton/saat buxar və 693 ton/saat isti su ilə işləyən 3 quyudan ibarətdir. Quyu başındakı temperatur 500m dərinlikdə 148 0C təşkil edir. Şərq müharibələri Tarixi əhəmiyyəti: Buradan Roma əsgərlərinin keçdiyi və Roma tacirlərinin bu limana gələrək şəhərdə məskunlaşdıqları deyilir. Müqəddəs Pavelin xristianlığı Avropaya yaymaq üçün bu limandan yola çıxdığı mənbələrdən məlumdur. Məlumdur ki, İsgəndəriyyə Troası və limanı Avropaya açılan ən mühüm qapılardan biridir.

Yuxarıda vurğulanan ərazidə tədqiqatda material nümunə götürülən ərazidə müəyyən edilmiş torpaqlardan ibarət olub və bu torpaqlar əsas material kimi istifadə edilib. GPS cihazından istifadə edilməklə müəyyən edilən koordinatlardan tədqiqat sahəsində ümumilikdə 9 nöqtədə “0-20sm” dərinlikdən torpaq nümunələri götürülüb. Seçilmiş torpaq nümunələri təhlil edilmiş və analiz nəticəsində natrium, dəmir və kalium konsentrasiyası müəyyən edilmişdir.

Anahtar Kelimeler: Tuzla, toprak, mineral, çevre

ABSTRACT

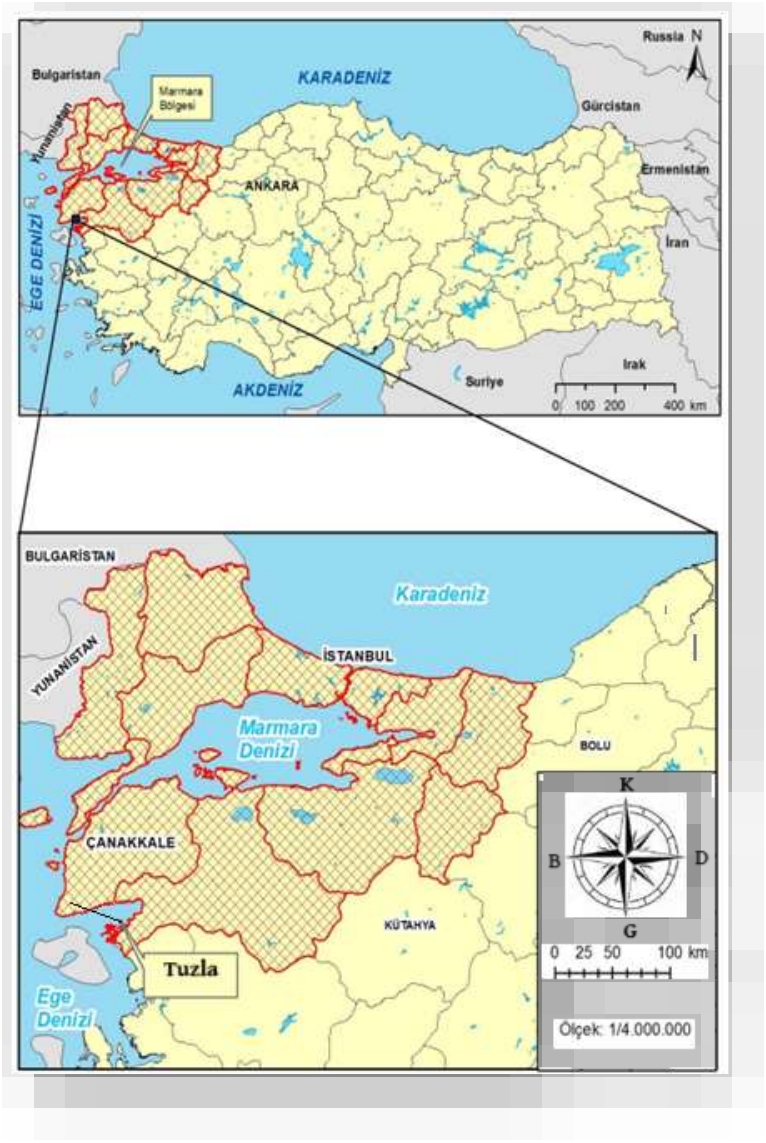
Ayvacık is an important farming land located in the Ayvacık district of Çanakkale province in the Tuzla region. The pedological characteristics of this region are of great importance in terms of local savings, crops and ecological sustainability. There are various soil types in the Tuzla region. These soils generally consist of alluvial and loamy soils. Today, Tuzla occupies an important place in the country's economy with its urban savings and olive oil production. The current 7.5 MVt design is also powered by geothermal energy; It was pumped on the basis of 48 tons/hour of steam and 693 tons/hour of superheated water. At the same time, there is a geothermal power generation station with an annual capacity of 7.5 MWe, consisting of 3 wells operating with 48 tons/h steam and 693 tons/h hot water, with a wellhead temperature of 148 0C at a depth of 500m. History of Eastern Wars: It is said that the Roman soldiers passed through here and the Roman merchants came to this port and settled in the city. It is known that the holy Pavel set out from this port to spread Christianity to Europe. It is known that the Alexandria Troa and its port are one of the most important gates to Europe.

In the field study highlighted above, the material sample consisted of selected soils on the land and these soils were used as main material. Soil samples were taken from a depth of "0-20 cm" at 9 points in the survey area, using the coordinates determined by using the GPS device. Selected soil samples were analyzed and as a result of the analysis, natrium, iron and calcium concentrations were determined.

Keywords: Tuzla, soil, mineral, environment

1.GİRİŞ

Ayvacık Tuzla Ovası, Çanakkale ilinin Ayvacık ilçesinde yer alan domates, zeytin ve kavun, karpuz üretimi ile ön plan çıkan önemli bir tarım alanıdır. Bu alanın pedolojik özellikleri, tarımsal verimlilik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Tuzla Ovası'nda çeşitli toprak türleri bulunmaktadır. Bu topraklar genellikle alüvyal ve killi topraklardan oluşur. Alüvyal topraklar, nehirlerin taşıdığı alüvyonlarla oluşmuş verimli topraklardan oluşur. Ovadaki topraklar, organik madde bakımından zengin olup, tarımsal üretim için oldukça elverişlidir. Tuzla Ovası, jeotermal kaynaklar açısından Türkiye'nin önemli alanlarından biridir.

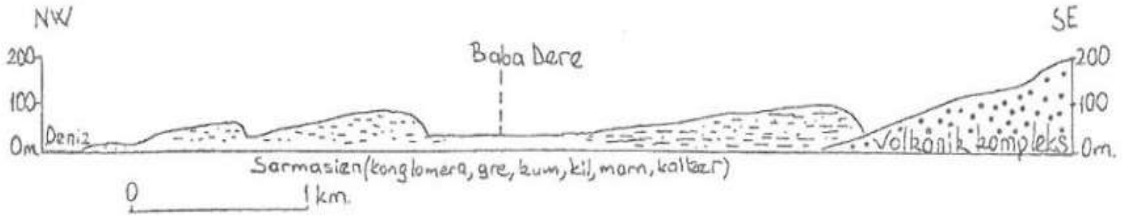


Şekil 1. Çalışma alanın yer bulduru haritası

Çalışma Alanın Jeoloji ve Jeomorfolojisi:

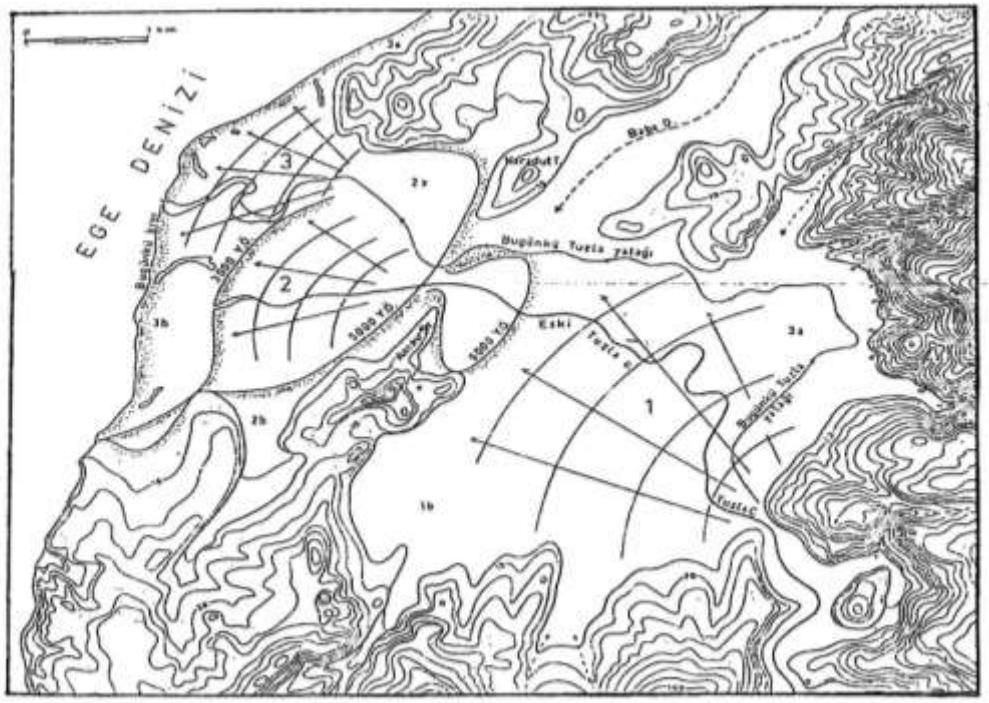
Çalışma alanı içindeki tek yerleşim alanı olan Tuzla köyü, jeotermal sızıntıların olduğu noktalara yaklaşık 300 m batıda kurulmuştur. Bu köy, Ayvacık ilçesine 20 km uzaklıkta olup Ege Denizi kıyısında Tuzla Çayı'nın alüvyonlarıyla doldurulmuş bir delta ovasıdır. Deltanın doğusu volkanik yapılı bir platodur ve oldukça dik yamaçlar halinde sınırı çizer. Bazı küçük akarsular bu yamaçları yararak iç kısımlara sokulur. Köyün kuzeyinde volkanik konik bir tepe vardır (368). Bu tepenin yamaçlarında birçok sıcak su kaynağı bulunur. Deltayı doğudan çeviren yüksek volkanik arazi üzerinde yer yer parçalar halinde olan bir orman örtüsü görülür. Bu çevre deltanın diğer kısımlarına oranla daha az

çıplaktır. Delta güneyinde Gülpınar kuzeyindeki sarmasien tabakaları doğudaki volkanik kısım üzerine uyumsuz bir şekilde oturur. Burada tabakalar hafifçe kuzeybatıya meyillidirler. Bu uyumsuz bünyenin Tuzla Çayı'nın güney kollarınca parçalanması sonucu Gülpınar kuzeybatısında iki sıra halinde uzanan sırtların alınlarında güney-güneydoğuya bakan kuestalar oluşmuştur.



Şekil 1: Tuzla Çayı Deltasının kuzeyindeki kuestalar (Bilgin, 1969).

Ovanın alüvyal morfolojisinin gelişiminde ise 3 dönem seçilir (Kayan,1998).



Şekil 2. Tuzla Ovası alüvyal morfolojisinin gelişim evreleri (Kayan, 1994).

1-Erken Holosen (15000-6000yıl önce): Deniz düzeyi bugünkünden alçaktadır ve kıyı çizgisi de bugünkünden açıktadır. Ovanın iç ve kıyı kesimleri Tuzla Çayı'nın eski alüvyonları ile doldurularak düzeltilmiştir. Bu yüzey bugünkü ova yüzeyinden alçaktadır.

2-Orta Holosen (6000-2000 yıl önce): Denizin yükselmesi ve doğuya kadar sokulması sonucunda batı kesiminde tortulaşmada değişme olmuş, önceki kaba taneli temiz ve gevşek alüvyonların üzerini ince taneli ve çamurlu alüvyonlar kaplamıştır. Dış Ovanın güney kesiminde eski taşkın ovası üzerinde hızla yeni bir delta gelişmiştir.

3-Geç Holosen (son 2000 yıl): Dış ovadaki deltanın gelişmesi, Acısu ile Karadut arasındaki kıyı kordonunun kıyıdan içerde kalmasına yol açmış, ölü kordona dönüşen bu küçük eşiğin gerisinde, İç Ova alüvyonlarla hızla dolup yükselmiştir. Dış Ovadaki delta gelişimi de çukurda kalan kuzey kesime doğru yönelmiştir. Burasını hızla doldurmuş, kuzey deltası eski güney deltasından daha ileri denize doğru

ilerlemiştir. Güneydeki eski deltadan kuzeye taşınan ince alüvyonlar, kuzeydeki eski falezlerin önünde birikmiştir. Böylece burası ölü falezlere dönüşmüştür.

Hidrografik Özellikleri

Yörenin en önemli akarsuyu, delta ovasının oluşumunda önemli etkiye sahip olan Tuzla Çayı'dır. Bu çayı, yağışlı dönemlerle sınırlı kalmak kaydıyla bazı küçük dereler besler. Bu derelerin en büyüğü ovaya kuzeyden yaklaşım gösteren Baba Deresi'dir. Ovaya kuzeyden karışan ikinci dere Naldöken güneybatısından gelen ve Ömerdere güneyinde Tuzla Çayına karışan Yağmurlu Deredir. Yalnızca yağışlı dönemlerde çevresinin suyunu toplar, yılın büyük bölümünde kurudur. Tuzla Çayını doğudan besleyen iki küçük dere, Tuzla Tepe'nin eteklerinden doğan ve köy yakınında sıcak tuzlu su kaynaklarının katılımıyla özellikleri değişen Geren Dere ve Hamam Deresi'dir. Özellikle yağışsız mevsim olan yaz aylarında tamamen tuzlu su taşırlar, sulamada kullanmak olanaksızdır. Ovaya güneyden yaklaşım gösteren dereler ise çok küçüktür. Yıl içinde yağışlı ve kurak iki dönemin varlığı nedeniyle akarsular, ancak yağışlı dönemde beslenebilmekte, dolayısıyla akımları artmakta ve flüvyal erozyon etkili olmaktadır. Buna karşılık geniş bir akaçlama havzasına sahip olan Tuzla Çayı'nda sürekli akış görülmekte, fakat akımı yazın son derece azalmaktadır. Bu nedenle akarsularımızın hepsi "Yağmurlu Akdeniz Rejimi" ne sahiptir (Akın, 2002).

2. ÇALIŞMANIN METODU

Tahıl tarımı yapılan alanlardan ve araziyi temsil edecek nitelikteki sınırları belirlenen 0-30 cm derinlikteki toprak örnekleri, Çanakkale İl Tarım Müdürlüğüne götürülerek aşağıdaki analizler yapılmıştır. Çalışmada materyali örnekleme noktaları verilen topraklar oluşturmuştur ve bu topraklar temel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma alanında toplam 9 noktada "0-20cm" derinlikte toprak örnekleri alınmıştır. Seçilen toprak örnekleme noktaları GPS aleti kullanılarak koordinatları belirlenmiştir.

Tablo 1. Örneklem istasyonları

TOPRAK ÖRNEK NO	KOORDİNAT	
T1	35426765D	4380587K
T2	35426745D	4380573K
T3	35426720D	4380586K
T4	35426655D	4380575K
T5	35426674D	4350565K
T6	35426656D	4380567K
T7	35426678D	4380556K
T8	35426710D	4380563K
T9	35426727D	4380550K

Toprak Tekstürü: Bouyoucos, hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. (Bouyoucos,1951)

PH Değerleri: Jackson, tarafından bildirildiği şekilde pH metre ile saptanmıştır (Jackson ,1962).

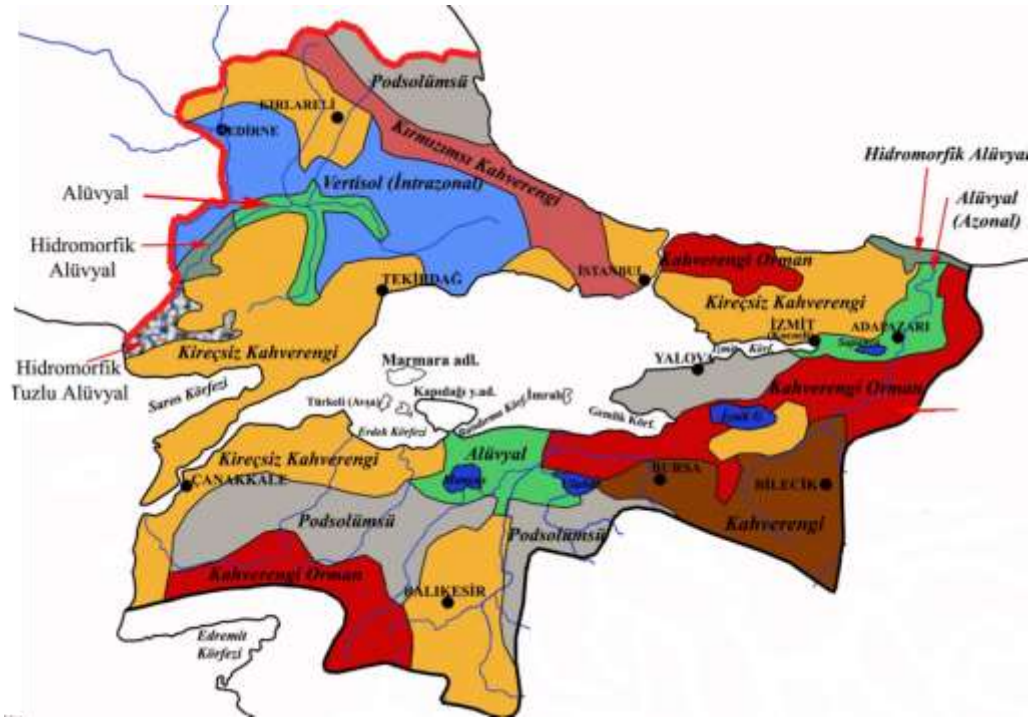
Tuzluluk: (EC) SoilTaxonomi'ye göre EC metre ile saptanmıştır.

Kalsiyum Karbonat: Çağlar, tarafından bildirildiği gibi Scheibler Kalsimetresi ile yapılmıştır. (Çağlar K.Ö., 1958)

Organik Madde: Smith-Weldon metodu ile saptanmıştır.

3. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Toprak, büyük ölçüde ana kayaçlardan türemektedir. Sahada ana hatlarıyla kireçsiz kahverengi ve kahverengi orman toprağı hakimdir.



Şekil 4. Bölgedeki etkin toprak türleri

Toprağın mineralojik ve kimyasal özellikleri, kayaçların ayrışma sürecinde maruz kaldığı çeşitli çevresel etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yerkabuğunda ve toprakta bulunan bazı temel elementlerin dağılımı aşağıdaki tabloda sunulmuştur:

Tablo 2. Sahada mineral bileşenleri

Element	Yerkabuğu (%)	Sahada Genel (%)
O (Oksijen)	46,4	53,6
Si (Silisyum)	28,2	32,5
Al (Alüminyum)	8,2	6,0
Fe (Demir)	5,6	2,7
Ca (Kalsiyum)	4,1	1,2
Na (Sodyum)	2,4	0,8
Mg (Magnezyum)	2,3	0,55
K (Potasyum)	2,1	1,5
Ti (Titanyum)	0,57	0,29
H (Hidrojen)	0,014	1,1
P (Fosfor)	0,0105	0,07
S (Kükürt)	0,026	0,06
Mn (Mangan)	0,0095	0,12
Cl (Klor)	0,0013	-

Tablo 3. Numunelerden sonucu varılan ortalama sonuçlar

0-20 cm	Analiz Adı	Sonucu	Değerlendirme
Fiziksel Özellikler	Saturasyon (%)	64	Tınlı
	EC(mmhos/cm)	1870,00	Tuzsuz
	Ph	7,45	Hafif Alkali
	Toplam Kireç (%)	1,21	Düşük
Kimyasal Özellikler	Organik Madde (%)	1,63	Düşük
	Fosfor (kg/da)	12	Yüksek
	Potasyum (kg/da)	91	Çok Yüksek
	Kalsiyum (ppm)	2818	Orta
	Magnezyum(ppm)	417	Orta
	Sodyum (ppm)	482,00	Yüksek
	Demir (ppm)	7,55	Çok Yüksek
	Bakır (ppm)	1,44	Orta
	Mangan (ppm)	5,35	Orta
	Çinko (ppm)	0,45	Düşük

Tuzluluk ve alkalilik, günümüzde birçok ülkede önemli bir sorun olmaya devam ediyor. Gerekli önlemler alınmadığında bu topraklar geniş alanlara yayılmakta ve tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir (Özcan ve ark., 2000). Tuzluluğun başlıca nedenleri yanlış arazi kullanımı, hatalı sulama yöntemleri ve kalitesiz su kaynaklarıdır (Smedema ve Rycroft, 1988).

EC (Elektriksel İletkenlik) ölçümlerine göre, inceleme alanındaki topraklar tuzsuzdur. Daha önceki araştırmalar, kıyı ve jeotermal sahaya yakın bölgelerde tuzlanma sorunu gözlemlenirken, bu alanlardan uzak bölgelerde tuzluluk oranının düşük olduğunu göstermiştir (Özcan ve ark., 2005). Çalışma alanının jeotermal sahadan ve kıyıdan uzak olması, tuzlanma sorununun az olmasının nedenlerinden biridir.

Bölgedeki sulama yöntemlerinin değişmesi, tuzluluk sorununu olumlu yönde etkilemiştir. Tuzla Ovası'ndaki damla sulama sistemi, yer altı suyu kullanımını azaltmış, Tuzla Çayı'nın yatağının değiştirilmesi de tuzlanmayı azaltmıştır (Yılmaz ve ark., 2005).

Toprak pH'ı, bitki türleri, sulama yöntemleri ve gübreleme teknikleri gibi birçok faktörden etkilenir. Çalışma alanındaki topraklar hafif alkali özellik göstermektedir. Bu, ovanın birçok tarımsal ürün için uygun olduğunu gösterir. pH değeri, yağış rejimi gibi etkenlerle değişir. Tuzla Ovası, kış aylarında nemli, yaz aylarında ise yüksek buharlaşma oranına sahip bir iklime sahiptir (Akın, 2002).

Kireçleme işlemi, bitkilerin besin elementlerini alabilmesi için gereklidir. Çalışma alanındaki toprakların düşük kireç oranı, asidik özellik kazanmalarına neden olmuştur. Tarımsal organik madde kaynakları, toprağın verimliliğini artırır. Türkiye topraklarının büyük bir kısmı organik madde bakımından fakirdir; bu durum tarımsal verimliliği olumsuz etkiler (Saltalı, 2009).

Topraktaki potasyum (K) içeriği, yapısal özelliklerle ilişkilidir. Çalışma alanındaki potasyum seviyesi yüksek bulunmuştur. Fosfor (P), bitki gelişimi için kritiktir; eksikliği döllenme oranını düşürür. Çalışma alanındaki fosfor seviyesi yüksek, çinko oranı ise düşüktür.

Kalsiyum (Ca) genellikle topraklarda yeterli düzeydedir. Kurak iklim bölgelerinde az yıkanma nedeniyle kalsiyum oranı yüksek olur. Çalışma alanındaki topraklar kalsiyum açısından yeterlidir. Magnezyum (Mg) bitki metabolizması için önemlidir ve analizlerde yeterli seviyede bulunmuştur.

Topraklar genellikle demir (Fe) açısından zengindir, ancak yüksek kalsiyum ve yetersiz havalanma, demir alımını engelleyebilir. Çalışma alanında demir seviyesi yüksektir.

Bakır (Cu) içeriği, çalışma alanında yeterli, ancak jeotermal sahaya yakın bölgelerde eksiklik gözlemlenmiştir. Mangan (Mn) seviyesi ortadır ve pH dengesi sayesinde bu seviyede kalmıştır. Çinko (Zn) oranı ise düşüktür; bu durum da jeotermal sahaya yakınlıkla ilişkilidir.

Toprak Kalitesi ve Tarımsal Verimlilik

Tuzla Ovası, özellikle domates üretimi açısından önemli bir tarım bölgesidir. Ancak yapılan fiziksel toprak analizleri, bölgedeki toprakların organik madde açısından yetersiz olduğunu göstermektedir. Organik madde eksikliği, toprak verimliliğini düşürmekte ve erozyon riskini artırmaktadır. Bu durum hem tarımsal sürdürülebilirliği tehdit etmekte hem de uzun vadede ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Bölgedeki tarımsal üretimin devamlılığını sağlamak amacıyla, organik madde oranının artırılmasına yönelik önlemler alınmalıdır. Özellikle hayvansal gübre ve kompost kullanımının teşvik edilmesi, toprak yapısının iyileştirilmesine ve uzun vadede tarımsal verimliliğin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, doğru sulama tekniklerinin uygulanması, kimyasal gübrelerin bilinçli kullanımı ve toprak analizlerine dayalı gübreleme stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Jeotermal sahalara yakın tarım alanlarında ise özel önlemler alınmalıdır. Çalışma sahasında 0-20 cm derinliğinde alınan toprak örnekleri, jeotermal aktivitenin etkilerini değerlendirmek amacıyla analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, jeotermal sahalara yakın bölgelerde bazı elementlerin yoğunluğunun önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Özellikle demir (Fe) ve potasyum (K) elementlerinin yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Potasyum seviyesinin yüksek olması, topraktaki çinko (Zn) mevcudiyetini doğrudan etkilemekte olup, bu durum tarımsal verimlilik açısından önemli bir konu olarak değerlendirilmektedir. Yöre halkının gübre kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Yer altı su kaynaklarının mineral içeriğinin değişmesi ve sıcak su deşarjlarının toprak yapısını etkilemesi, tarımsal üretim için potansiyel riskler oluşturmaktadır. Bu nedenle, bölgedeki tarım faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak adına jeotermal faaliyetlerin kontrollü bir şekilde yürütülmesi ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Tuzla Jeotermal Sahası'nda tarım alanlarında tuzluluk ve ağır metal birikimi gibi olumsuz çevresel etkilere yol açabilir. Bu nedenle, jeotermal enerjinin sürdürülebilir şekilde kullanılması için etkin çevresel yönetim stratejileri geliştirilmelidir. Bölgenin jeotermal potansiyelinden en iyi şekilde yararlanmak için elektrik üretimine yönelik yatırımlar artırılmalı ve bu süreçte çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Tuzla Ovası, jeotermal enerji potansiyeli ve verimli tarım arazileriyle dikkat çeken bir bölgedir. Ancak, tarımsal faaliyetler, sanayi atıkları ve yanlış arazi kullanımı nedeniyle toprak kalitesi giderek bozulmaktadır. Ovadaki toprak kirliliğinin başlıca nedenleri aşağıda sıralanmıştır. Tuzla Ovası'nda yoğun olarak gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler, verimi artırmak amacıyla aşırı gübre kullanımına neden olmaktadır. Ancak, kontrolsüz gübreleme uzun vadede toprak yapısını bozmakta ve ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Ovada aşırı gübre kullanımının başlıca etkileri şunlardır: Toprak yapısında bozulmalar görülmekte, mineral dengesi değişmektedir. Organik madde oranı azalmakta, mikroorganizmalar zarar görmektedir. Nitrojenli gübrelerin fazlalığı, nitrat birikimine neden olarak su kaynaklarını kirletmektedir. Tuzla Ovası'nda yapılan araştırmalarda, nitrat seviyesinin bazı bölgelerde içme suyu sınır değerlerini aştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, fosforlu gübrelerin kontrolsüz kullanımı, ovada yer alan su kaynaklarına karışarak su ekosistemine zarar vermektedir.

4. KAYNAKÇA

Akın S., (2002). "Tuzla Ovasında (Ayvacık-Çanakkale) Arazi Kullanımı" Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sf:1-101;

Alpaslan,M., Güneş, A., İnal, A., Aktaş, M., (2001).Akdeniz Bölgesi Seralarında Yetiştirilen Bitkilerin Beslenme Durumlarının İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri 7.cilt sayı 1, 47-55,

Aydeniz, A., Danışman, S., Genç, Ç., Kaptan, H., (1984). Göller yöresi ve Karadeniz Bölgesinde Yetiştirilen Starking Delicous ve Amasya Elma Çeşitlerinin Besin Kapsamlarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi cilt:13 sayı:2, Yalova, (

Baba A., Özcan H., Yılmaz S., Kavdır Y., Deniz O., Yiğini Y., Yılmaz S., Baba B. (2005). "Tuzla (Çanakkale) Jeotermalinin Bölgedeki Akifere Toprağa ve Suya Etkilerinin Araştırılması." Proje No: YDABAG-103Y010 (TUBİTAK) Şubat 2005 Çanakkale.

Baba A., Özcan H., Deniz O., (2005). Environmental Impact by Spill of Geothermal Fluids at the Geothermal Field of Tuzla, Canakkale-Turkey, Proceedings World Geothermal Congress 2005 Antalya, Turkey, 24-29 April 2005

Batik, H., Koçak, A., Akkuş, I., Şimşek, S., Mertoğlu, O., Dokuz, I., Bakır, N., (2000). Geothermal Energy Utilization Development in Turkey-Present Geotermal Situaation and Projections, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku,Japan,pp.85-91.

Başar, H. (2001). Bursa İli Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleri İle İncelenmesi Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 15:69-83,

Bilgin, T., (1969). Biga Yarımadası Güneybatı Kısmının Jeomorfolojisi. İst. Üv. Yay. No: 1433, Coğ. Est. Yay No: 54. İst.,

Bouyoucos, G.J.,A. (1951).Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soil.Agr.j. 43:434-458

Burton, T.M. and Hook, J.E., (1979). A mass balance study of application of municipal waste water to forests in Michigan. J. Environ. Qual. 8:589-596

Ceritli İ., (1997). "Türkiye'nin Toprak Sorunu." Ekoloji Dergisi. Sayı: 22; sf: 1-5

Çağlar, K. Ö., (1961). Türkiye maden suları ve kaplıcaları: Maden Tetkik ve Arama Enst. 107, 4, Ankara

Dinç U.,Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S., (1987).Toprak Genesisi ve Sınıflandırması. Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı 7.1.3 Ç.Ü. Basımevi, Adana

Doğan O., (1995)."Türkiye'de Toprak Kaynaklan, Sorunları ve Çözümler", Standart Dergisi, Yıl: 34, Mayıs

Ercan, T., ve Türkecan, A., (1984). Batı Anadolu-Ege Adaları-Yunanistan ve Bulgaristan'daki Plutonların Gözden Geçirilişi, Ketin (1984). Sempozyumu, TJK.say.189-208,

Feng, G.L.,Meiri, A., Letey, J., (2003). Evaluation of a model forirrigation management undersaline conditions: II. Salt distribution and rooting pattern effects. Soil Science Society of America Journal. Madison: Jan/Feb. Vol. 67, Iss. 1;p.77,

Fytikas, M.,Gialiani, O., İnnocenti, F., Marinelli, G., Mazzuoli, R., (1976). Geochronological Data on Recent Magmatism of the Aegean Sea, Tectonophysics 31, T29-T34,

Gevrek., A. İ, Şener, M, Ercan, T., (1986). "Çanakkale-Tuzla Jeotermal Sahasının Hidrotermal Alterasyon Etüdü ve Volkanik Kayaçların Petrolojisi." Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turk. 103-104, say. 55-81.,

Ilgar, R., (2005). Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi. C.4 S.13. s.88 – 98

Jackson, M. L., (1962). Soil Chemical Analysis, Constableand CompanyLd., London, England

Johnson, G.V., Dizdar, M.Y., Raun, W.R., (1998). Soil Management Report, GAP. Şanlıurfa-Harran Plains-On Farm and Village Development Project; Ankara,

Kaptan, H., (1991). Şeftali Ağaçlarında Demir Klorozunu Önlemek İçin Kullanılacak Gübre ve Dozlarının Saptanması. Toprak İlmi Derneği Tebliğleri Yay.No.6 S.465-479 Karanfil Sok. No 34/3 Kızılay Ankara

Kayan, İ., (1994). Tuzla Ovasının (Ayvacık-Çanakkale) Alüvyal Jeomorfolojisi ve Holosen'deki Kıyı Çizgisi Değişmeleri. Ege Üni. Rektörlüğü Araştırma Fonu Proje No: Ed-F 1988-027 İzmir

Keleş R., (1992). İnsan, Çevre, Toplum, İmge Kitabevi, Ankara,

Kızılkaya, R.,Kızılgöz, İ., Gürsöz, S., Kaptan, H., (1999).Şanlıurfa Yöresinde Bağcılık Yapılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. GAP I. Tarım Kongresi Şanlıurfa 1999 II.cilt, 979-986,

Koçman, A., (1993).Ege Ovalarının İklimi. Ege Ünv. Edeb. Fak.Yay. No: 73. İzmir

Maas, E.V.,and G.J. Hoffman., (1977).Crop Salt Tolerance- current assessment. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng. 103:115-134,

Mortuedt, J.J.,Giordano, P.M., Lindsay, W.L. (Eds)., (1972). Micronutrients in Agriculture. Madison, Wis: SoilScienceSociety of America,

Mutzenberg, S., (1997). Natureand Origin of The Thermal Springs in The Tuzla Area, Western Anatolia, Turkey, Active Tectonic of Northwestern Anatolia- The Marmara Poly- Project(editedby Schindler, C., andPfister, M.), vdfhochschulverlag AG an der ETH, Zurich, pp.301-317,

Oğuz H., (2008). "Toprak Bilgisi Ders Notu." sf:1-53;

Özcan, H., Uygun, R., (2004). "Çanakkale-Kumkale Ovasında Toprak Profilinde Tuz Hareketinin Yersel ve Zamansal Değişimlerinin İzleme ve Değerlendirilmesi." HR. Ü.Z.F. Dergisi 8(2):33-41

Özgül, Ş., (1974). Tuzluluk ve Sodiklik. Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu Trk Milli Komitesi, Teknik Rehber No:04.02-02. Ankara

Sandalcı U., "Çanakkale İli Bayramiç İlçesi Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Saptanması." Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Çanakkale 2005.

Sayın, M., (1999). Toprak Mineralojisi. Ç.Ü.Z.F. Genel Yayın No:227, Ders Kitapları Yayın No: A- 72, Adana.

Smedama, L.K.,Rycroft, D.W., (1988). Land Drainage. Planning and Design of Agricultural Drainage Systems. BT Batsford Ltd. London. 376p.

Smith, H.W.,andWeldon, M.D., (1941). A Comparison of Some Methods for the Determination of Soil Organic Matter. SoilSci.Soc.Am.Proc.5,177-182,

Şamilgil, E., (1966). Çanakkale'nin Tuzla ve Kestanbol sıcak su havzalarında jeotermal enerji araştırması yönünden hidrojeolojik etüt: MTA Rap., 4274, ANKARA,

Şamilgil, E., (1983). Çanakkale Jeotermal Alanları ve Tuzla Sondajları, Türkiye Jeoloji Bülteni 4, 147-148,

Tağıl, Ş., (2007). "Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi." Ekoloji Dergisi no: 65, sf 11-20,

Tarakçıoğlu, C., Yalçın, S.R., Bayrak, A., Küçük, M., Karabacak, H., (2003).Ordu Yöresinde Yetiştirilen Fındık Bitkisinin (Corylusavellana L.) Beslenme Durumunun Toprak ve Yaprak Analizleriyle Belirlenmesi Tarım Bilimleri Cilt 91 13 – 22 Ankara,

Tataum, D.,Crouse, K., (2004).Soil Phand Fertilizers,

Tuncer, G. Ve Eskibalcı, M. F., (2003). Türkiye Enerji Hammaddeleri Potansiyelinin Değerlendirilebilirliği, İstanbul Ünv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, S.1, s. 81-92.,

ÇANAKKALE İL MERKEZİNDE KIŞ MEVSİMİ ATMOSFERİK AĞIR METAL KONSANTRASYONUNUN MOSS BAG TEKNİĞİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF WINTER ATMOSPHERIC HEAVY METAL CONCENTRATION in ÇANAKKALE CITY CENTER USING THE MOSS BAG TECHNIQUE

***Selma Nur Avcı*[1]**

[1] *Yüksek Lisans Öğrencisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü-Coğrafya Eğitimi ABD, Anafartalar Kampüsü, 17100 Çanakkale, Turkiye*

ORCID NO: 0000-0002-7123-7940

***Rüştü ILGAR*[2]**

[2] *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi ABD, Anafartalar Kampüsü, 17100 Çanakkale, Turkiye*

ORCID NO: 0000-0002-4981-7324

ÖZET

Artan antropojenik faaliyetler, ağır metallerin atmosferik doğal dağılımını ve jeokimyasal döngülerini önemli ölçüde bozarak çevredeki konsantrasyonlarını arttırmıştır. İz metaller, özellikle arsenik (As), kadmiyum (Cd), krom (Cr), cıva (Hg) ve kurşun (Pb), uzun yarılanma ömürleri, toksisiteleri ve biyolojik birikim nedeniyle çevresel matrislerde ekolojik risk oluşturmaktadır. Atmosferik kirleticilerin mekânsal dağılımları ve potansiyel kaynaklarını belirleyebilmek için atmosferik birikimin karakterizasyonu önem taşımaktadır. Bu çalışma, Çanakkale kent merkezindeki kış mevsimine ait atmosferik ağır metal konsantrasyonlarını Moss Bag tekniği ile değerlendirmeyi hedeflemiştir.

Atmosferik ağır metallerin kümülatif maruziyetini değerlendirmek amacıyla biyoizleme yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmada, biyoakümülasyonun belirlenmesi için koruyucu bir korteks tabakasından yoksun olup atmosferden gelen kirleticileri doğrudan absorbe edebilen karasal yosunlar (briyofitler) biyomonitör olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda, aktif izleme çalışmalarında kullanılan "Moss Bag (Yosun Torbası)" tekniği uygulanmıştır. Örneklem materyalinin temini için, nispeten düşük kirlilik yüküne sahip bir habitat olan Kaz Dağı'ndan briyofit örnekleri toplanmış ve tür tayini sonucunda büyük ölçüde *Alleniella complanata*'ya ait olduğu belirlenmiştir. İzleme çalışmaları, ulaşım yoğunluğunun ve enerji tüketiminin yüksek olduğu dört farklı örnekleme noktasına yosun torbalarının yerleştirilmesi ve bu torbaların 45 gün süreyle maruziyette bırakılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Numunelerdeki Pb, Cd, Zn, Hg, As, Cu ve Cr ağır metal içerikleri ICP-OES cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Yosun örneklerindeki ağır metal biyobirikimi ile arka plan değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Kontaminasyon Faktörü (CF) hesaplamalarına başvurulmuş ve elde edilen CF değerler Hakanson (1980) tarafından önerilen ölçek çerçevesinde ağır metal kontaminasyon düzeylerine göre sınıflandırılmıştır.

Sonuçlar, kent merkezindeki ağır metal birikim düzeylerinin kontrol sahasından belirgin ölçüde farklılaştığını ortaya koymuştur. Kontaminasyon düzeyleri, S1 izleme bölgesinde orta düzeyde Zn, Pb ve Cu, yüksek düzeyde Cr ve As; S2 izleme bölgesinde düşük düzeyde Cr ve Zn, orta düzeyde Cu ve As, çok yüksek düzeyde Pb; S3 izleme bölgesinde düşük düzeyde Zn, orta düzeyde Cu ve As, yüksek düzeyde Cr ve Pb; S4 izleme bölgesinde ise düşük düzeyde Cr ve As, orta düzeyde Cu, yüksek düzeyde Zn ve Pb olarak sınıflandırılmıştır. Kontaminasyon Faktörü (CF) değerleri, yosunlardaki ağır metal birikimin ana kaynağın atmosferik olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, kent merkezindeki atmosferik ağır metal birikiminin mekânsal farklılıklar gösterdiğini ve Pb, Cr ve As gibi toksik metallerin belirli bölgelerde yoğunlaşarak ekosistemler üzerinde toksik riskler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Moss bag, briyofit, biyoizleme, ağır metal

ABSTRACT

Increasing anthropogenic activities have significantly disrupted the natural atmospheric distribution and geochemical cycles of heavy metals, increasing their concentrations in the environment. Trace metals, particularly arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), mercury (Hg), and lead (Pb), pose ecological risks in environmental matrices due to their long half-lives, toxicities, and biological accumulation. Characterizing atmospheric deposition is crucial to determine the spatial distributions and potential sources of atmospheric pollutants. This study aims to evaluate the atmospheric heavy metal concentrations during the winter season in the city center of Çanakkale using the Moss Bag technique.

To assess the cumulative exposure to atmospheric heavy metals, a biomonitoring method was chosen. Terrestrial mosses (bryophytes), which lack a protective cortex layer and can directly absorb pollutants from the atmosphere, were selected as biomonitors for determining bioaccumulation. The "Moss Bag" technique, used in active monitoring studies, was applied. Bryophyte samples were collected from Kaz Dağı, a habitat with relatively low pollution load, and were identified as predominantly Alleniella complanata. Monitoring studies involved placing moss bags at four different sampling points with high traffic density and energy consumption and exposing them for 45 days. The heavy metal contents of Pb, Cd, Zn, Hg, As, Cu, and Cr in the samples were analyzed using an ICP-OES device. To determine the relationship between heavy metal bioaccumulation in moss samples and background values, Contamination Factor (CF) calculations were performed, and the obtained CF values were classified according to the scale proposed by Hakanson (1980) based on heavy metal contamination levels.

The results revealed that the levels of heavy metal accumulation in the city center significantly differed from the control site. Contamination levels were classified as moderate for Zn, Pb, and Cu, and high for Cr and As in the S1 monitoring area; low for Cr and Zn, moderate for Cu and As, and very high for Pb in the S2 monitoring area; low for Zn, moderate for Cu and As, and high for Cr and Pb in the S3 monitoring area; and low for Cr and As, moderate for Cu, and high for Zn and Pb in the S4 monitoring area. The CF values indicated that the primary source of heavy metal accumulation in mosses was atmospheric. The results showed spatial variations in atmospheric heavy metal accumulation in the city center, with toxic metals such as Pb, Cr, and As concentrating in specific areas, posing toxic risks to ecosystems.

Keywords: Moss bag, bryophyte, biomonitoring, heavy metal

GİRİŞ

Endüstriyel faaliyetler, ulaşım, enerji üretimi ve diğer insan etkinlikleri, atmosfere çeşitli kirleticilerin salınımına yol açarak hava kirliliğinin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Jarup, 2003; Briffa vd., 2020). Çevrede yaygın olarak bulunan iz elementler, farklı doğal bileşenlerle etkileşimleri sonucu biyosfer üzerinde toksik etkilere sebep olabilir (Aničić vd., 2009). Kentleşme ve sanayileşmenin hız kazanması, ağır metallerin doğal döngülerinde ve dağılımında önemli değişimlere neden olmuştur (Singh vd., 2011). Bu değişim, çevreye potansiyel olarak toksik metallerin salınımına neden olmuş ve düşük seviyelerde bulunan bölgelerde metal konsantrasyonlarının belirgin şekilde artmasına yol açmıştır (Nagajyoti vd., 2010).

Bakır (Cu), çinko (Zn), nikel (Ni), manganez (Mn), demir (Fe) ve krom (Cr) gibi bazı metaller, canlı organizmalar için hayati öneme sahip olsa da, belirli bir seviyenin üzerinde bulunmaları toksik etkilere yol açabilir (Jarup, 2003; Nagajyoti vd., 2010). Özellikle, kurşun (Pb), krom (Cr), cıva (Hg), arsenik (As) ve kadmiyum (Cd) gibi yüksek toksisiteye sahip ağır metaller, düşük konsantrasyonlarda dahi ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Shahid vd., 2015). Bu nedenle, özellikle kentsel atmosferlerdeki ağır metal birikimi hem insan sağlığı hem de doğal yaşam için önemli bir çevresel sorun olarak endişe yaratmaktadır (Briffa vd., 2020). Atmosferik birikimin mekânsal dağılımı ve potansiyel kaynaklarının belirlenmesi açısından bu kirleticilerin karakterizasyonu önem taşımaktadır.

Çevresel değişimlerin izlenmesinde kullanılan biyoizleme yöntemi, belirli organizmaların ekolojik ve fizyolojik tepkilerini analiz ederek çevresel kirlilik seviyelerine dair bilgi sağlar (Wolterbeek, 2002). Biyoindikatör veya biyomonitör olarak adlandırılan organizmalar, çevresel kirleticileri biriktirme

kapasiteleri sayesinde atmosferik ve ekolojik değişimlerin izlenmesine olanak tanır (Giordano vd., 2004). Bu amaçla yosunlar (briyofitler) (Yavuz vd., 2024), algler (Akcali & Kucuksezgin, 2011), likenler (Conti ve Cecchetti, 2001), balıklar (Chovanec vd., 2003), ağaçlar (Coşkun, 2006) ve çift kabuklu yumuşakçalar (Ilgar vd., 2024) gibi çeşitli organizmalar kullanılmaktadır (Holt & Miller, 2011).

Ağır metallerin birikimi ve atmosferik kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde, yosun biyoizleme yöntemi pek çok farklı coğrafi bölgede etkili bir yaklaşım olarak kabul görmektedir (Markert vd., 2003; Fernández & Carballeira, 2001). Kök sistemleri ve kütikül tabakaları bulunmadığından, yosunlar yağış ve kuru çökelme ile atmosferdeki ağır metalleri etkin bir biçimde emerek yüzeyleri boyunca tutabilmektedir (Rühling & Tyler, 1968; Bargagli vd., 2016; Onianwa, 2001). Ayrıca briyofitlerin düşük büyüme hızı ve vejetasyon döneminde morfolojik yapılarını büyük ölçüde korumaları, kirleticilerin uzun vadeli birikim süreçleri hakkında önemli veriler sunmaktadır (Giordano vd., 2005).

Özellikle kentsel ve endüstriyel alanlarda doğal yosun örtüsünün yetersiz olduğu durumlarda, atmosferik kirleticilerin biyokonsantrasyonunu değerlendirmek amacıyla Moss Bag yöntemi tercih edilmektedir (Ares vd., 2012). Bu teknikte, başlangıç konsantrasyonlarının ve maruziyet süresinin belirli olması, sonuçlardaki zamansal değişimlerin atmosferik birikim yönünden değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Szczepaniak & Biziuk, 2003). Literatürde Moss bag yöntemi, eser metallerin ve diğer kirleticilerin atmosferik birikimlerini değerlendirmek için etkin bir şekilde kullanılmıştır (Vingiani vd. 2004; Palma vd., 2017; Fernández vd. 2004; Giordano vd. 2005; Aničić vd., 2007).

Bu çalışmanın temel amacı, Çanakkale ilinde antropojenik faaliyetlerin yoğun olarak gerçekleştiği bölgelerde kış mevsiminde atmosferik ağır metal birikiminin moss bag tekniği kullanılarak belirlenmesidir. Ayrıca, Moss bag tekniğinin ve *Alleniella complanata (Hedw.)* türü yosunun biyoizleme çalışmalarındaki etkililiğinin de değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, çalışmanın problem cümlesi şu şekilde belirlenmiştir: Antropojenik faaliyetler, Çanakkale ili kış mevsimi atmosferik ağır metal birikimini nasıl etkilemektedir?

ARAŞTIRMA

Bu çalışma, atmosferik ağır metal birikiminin biyomonitör organizmalar aracılığıyla değerlendirilmesini amaçlayan deneysel bir araştırmadır. Yosunların atmosferik kirleticileri doğrudan absorbe edebilme özellikleri nedeniyle, biyomonitör olarak karayosunları kullanılmış ve "Moss Bag" Tekniği uygulanmıştır (Tyler, 1990). Biyoizleme için, düşük kirlilik seviyesine sahip bölgelerden karayosunu örnekleri toplanmaktadır (Goodman & Roberts, 1971; Ares vd., 2012). Bu doğrultuda, ağır metal birikiminin düşük olduğu düşünülen deniz seviyesinden yaklaşık 490 metre yükseklikte ve şehir merkezinden yaklaşık 60 kilometre uzaklıkta bir konumda yer alan Ayazma Pınarı Tabiat Parkı'ndan (Bayramiç, Çanakkale) (39°44'43"K, 26°50'35"D) karayosunu numuneleri alınmıştır.

Çevresel kirliliğin doğru değerlendirilebilmesi için doğal ve antropojenik kaynakların ayrımının yapılması gerekmektedir (Villares vd., 2002). Bu bağlamda, arka plan seviyesinin belirlenmesi için doğal seviye (Carballeira vd., 2000) temel alınmış, numuneler iki gruba ayrılmıştır: İlki, arka plan analizleri için; diğeri ise atmosferik maruziyet değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır.

Örnekleme, Çanakkale il merkezinde ağır metal birikiminin mekânsal dağılımını değerlendirmek amacıyla antropojenik etkinin yoğun olduğu 4 noktada gerçekleştirilmiştir. Yosun torbaları, dış etkenlerden korunmaları için lamba direklerine asılarak 9 Ocak 2024'te atmosferik maruziyete bırakılmıştır. Her istasyona dört adet Moss Bag yerleştirilmiş ve 45 gün boyunca maruziyet sağlanmıştır (Ares vd., 2012). Örnekleme noktaları şunlardır (Bknz. Tablo 1): S1 (sanayi ve kara yolu trafiği etkisi), S2 (havaalanı emisyonları ve trafik), S3 (deniz yolu ve kara yolu kesişimi), S4 (şehir içi trafik ve yoğun antropojenik etki).

Tablo 1. Örneklem Alanı coğrafi koordinatları (UTM 29T ED50)

Kod	Örnekleme Alanı	Koordinat Bilgisi
S1	Küçük Sanayi Sitesi	40°08'32"K, 26°24'38"D
S2	Havaalanı Kavşağı	40°08'16"K, 26°25'16"D
S3	İskele Meydan	40°08'59"K, 26°24'09"D
S4	Cuma Pazarı	40°08'38"K, 26°24'27"D

Biyoindikatör seçimi, türlerin morfolojik yapıları ve absorpsiyon kapasiteleri açısından önem taşımaktadır (Lippo vd., 1995; Ares vd., 2014). Türler arası değişkenliği önlemek amacıyla tek bir tür tercih edilmiş ve tür tayini, Prof. Dr. Mesut KIRMACI tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, *Alleniella complanata (Hedw.) S. Olsson, Enroth & D. Quandt Branch* (bundan sonra *A. complanata* olarak anılacaktır) kullanılmıştır. *Alleniella complanata (Hedw.)*, Briyofitler (Bryophyta) şubesi, Bryopsida sınıfı, Hypnales takımı ve Neckeraceae familyasına ait bir yosun türüdür.

Numunelerin hazırlanması ve kimyasal analiz süreçleri, Ares vd. (2012) yöntemine göre uygulanmıştır. Yosunlar, çevresel faktörlere maruz kalmadan önce homojen başlangıç özellikleri sağlanarak temizlenmiş, toprak ve epifitlerden arındırılmıştır (Giordano vd., 2009). Üç kez damıtılmış su ile yıkanarak zayıf bağlı partiküller uzaklaştırılmış ve loş ışık altında kurutulmuştur (Ares vd., 2012; Fernández vd., 2000). Örnekler, naylon çerçeveli ve sineklik ile kaplanmış küresel ağ torbalara yerleştirilmiş (Ares vd., 2012), bu tasarım kök yoluyla kirlenmeyi engellemiştir (Adamo vd., 2003). Yosun torbaları, atmosferik etkileri en iyi temsil edecek şekilde lamba direklerine asılmıştır. Literatürde önerilen maruz kalma süresi 30-45 gün arasında değişmekte olup (Ares, 2012), bu çalışmada her istasyona dört adet Moss Bag yerleştirilerek 45 günlük maruziyet sağlanmıştır (Ares vd., 2012).

Veri Analizleri

Maruziyet sonrası yosun numunelerindeki ağır metal analizleri, MAKÜ BİLTEKMER'de ICP-OES cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Pb, Cd, Zn, As, Cu ve Cr elementleri analiz edilmiş, cihazın kalibrasyon doğruluğunu gösteren R^2 değerleri 0,993-0,999 aralığında bulunarak ölçümlerin güvenilirliği doğrulanmıştır.

Yosun örneklerindeki ağır metallerin neden olduğu kontaminasyon düzeyini değerlendirmek amacıyla Kontaminasyon Faktörü (CF) hesaplamaları yapılmıştır. Kontaminasyon Faktörü (CF), bir ortamda (örneğin toprak, su, sediment veya bitki) belirli bir ağır metalin kirlilik düzeyini değerlendirmek için kullanılan bir göstergedir. Carballeira vd., (2000) tarafından bildirildiği üzere, önce arka plan (doğal) seviyenin belirlenmesi sonrasında, CF bir ekosistemin genel durumunu değerlendirmek ya da izlemek amacıyla kullanılabilmektedir. Bu çalışmada, kirlenmemiş alandan toplanan yosun örneklerindeki ağır metal seviyeleri arka plan konsantrasyonu olarak kabul edilmiştir.

CF hesaplama formülü: **$CF = C_{plant}/C_{background}$**

Burada Cplant, incelenen numunedeki metal konsantrasyonunu (mg/kg), Cbackground ise temiz alandan alınan numunedeki metal konsantrasyonunu ifade etmektedir. CF değerleri, Hakanson (1980) sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir (Bkz. Tablo 2).

Tablo 2. CF verileri değerlendirilme skalası (Hakanson, 1980).

Değer Aralığı	Kontaminasyon düzeyi
CF<1	düşük derecede kontaminasyon
1≤ CF <3	orta derecede kontaminasyon
3≤ CF <6	yüksek derecede kontaminasyon
CF >6	çok yüksek derecede kontaminasyon

BULGULAR

Tablo 3. Kış kontrol grubu ağır metal analiz sonuçları

	Cr	Zn	Pb	Cd	Cu	As
K	14,11	39,501	-	-	4,134	19,315

Kontrol grubu olarak belirlenen kirlenmemiş alandan alınan yosun örneklerinde Cr (14,11 mg/kg), Zn (39,501 mg/kg), Cu (4,134 mg/kg) ve As (19,315 mg/kg) elementleri tespit edilmiştir (Tablo 3). Pb ve Cd elementleri ise ölçülememiştir. Bu değerler, çevresel ağır metal birikiminin arka plan seviyelerini belirlemek için kullanılmıştır.

Tablo 4. Kış mevsimi ağır metal analiz sonuçları (mg/kg)

	Cr	Zn	Pb	Cd	Cu	As
S1	70.880	71,150	2,207	-	8,842	62,000
S2	9,288	2,398	9,279	-	6,636	53,100
S3	45,520	15,210	3,671	-	6,688	47,245
S4	12,170	143,942	3,810	-	6,378	16,570

Kış mevsimi ağır metal analiz sonuçlarını içeren tablo 4'te, S1 istasyonunda Cr 70,880 mg/kg, Zn 71,150 mg/kg, Pb 2,207 mg/kg, Cu 8,842 mg/kg ve As 62,000 mg/kg olarak belirlenmiştir. S2 istasyonunda Pb 9,279 mg/kg, Zn 2,398 mg/kg ve Cu 6,636 mg/kg değerlerine sahiptir. S3 istasyonunda Cr 45,520 mg/kg, Zn 15,210 mg/kg, Pb 3,671 mg/kg, Cu 6,688 mg/kg ve As 47,245 mg/kg olarak ölçülmüştür. S4 istasyonunda Zn 143,942 mg/kg, Cr 12,170 mg/kg, Pb 3,810 mg/kg, Cu 6,378 mg/kg ve As 16,570 mg/kg seviyelerinde bulunmuştur.

Tablo 5. Kış Konsantrasyon Faktörü (CF) değeri sonuçları

	Cr	Zn	Pb	Cd	Cu	As
S1(Sanayi)	**5,02**	1,801	2,207	-	2,138	**3,209**
S2 (Havaalanı)	0,65	0,060	**9,279**	-	1,605	2,749
S3 (İskele)	**3,22**	0,385	**3,671**	-	1,617	2,446
S4 (Cuma Pazarı)	0,86	**3,644**	**3,810**	-	1,542	0,857

Kış Konsantrasyon Faktörü (CF) değerleri, S1 örneklem sahasında Zn, Pb ve Cu kontaminasyonu orta düzeyde, Cr ve As kontaminasyonu ise yüksek seviyede belirlenmiştir. S2 örneklem sahasında Cr ve Zn kontaminasyonu düşük, Cu ve As kontaminasyonu orta düzeyde, Pb kontaminasyonu ise çok yüksek olarak tespit edilmiştir. S3 örneklem sahasında Zn kontaminasyonu düşük, Cu ve As kontaminasyonu orta düzeyde, Cr ve Pb kontaminasyonu ise yüksek seviyede hesaplanmıştır. S4 örneklem sahasında Cr ve As kontaminasyonu düşük, Cu kontaminasyonu orta düzeyde, Zn ve Pb ise yüksek kontaminasyonu sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Sonuçlar, kent merkezindeki ağır metal birikim düzeylerinin kontrol sahasından belirgin ölçüde farklılaştığını ortaya koymuştur. Kontaminasyon düzeyleri, S1 örneklem sahasında orta düzeyde Zn, Pb ve Cu, yüksek düzeyde Cr ve As; S2 örneklem sahasında düşük düzeyde Cr ve Zn, orta düzeyde Cu ve As, çok yüksek düzeyde Pb; S3 örneklem sahasında düşük düzeyde Zn, orta düzeyde Cu ve As, yüksek düzeyde Cr ve Pb; S4 örneklem sahasında ise düşük düzeyde Cr ve As, orta düzeyde Cu, yüksek düzeyde Zn ve Pb olarak sınıflandırılmıştır. Kontaminasyon Faktörü (CF) değerleri, yosunlardaki ağır metal birikiminin ana kaynağının atmosferik olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, Pb, Cr ve As gibi toksik metallerin belirli bölgelerde yoğunlaşarak ekosistemler üzerinde potansiyel toksik riskler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Alleniella complanata (Hedw.) türü yosunun biyoizleme çalışmaları kapsamında atmosferik ağır metal birikiminin belirlenmesinde etkili bir biyomonitör olduğunu göstermektedir. Ağır metallerin başlıca yayılım kaynaklarının sanayi tesisleri ve ulaşım faaliyetleri olduğu bilinmektedir (Briffa vd., 2020; Chen vd., 2016; Järup, 2003). Çanakkale'de yoğun deniz, hava ve karayolu trafiği ile kent merkezindeki sanayi alanlarının ağır metal birikiminin ana etkenleri olduğu düşünülmektedir.

Yüksek kontaminasyon gösteren bölgelerde, ekosistem ve halk sağlığı açısından ekolojik riskler oluşabileceği belirlenmiştir. Bu durum, özellikle Pb, Cr ve As gibi toksik metallerin belirli bölgelerde yoğunlaşmasıyla ilişkilendirilmekte olup, bu tür kirliliğin uzun vadeli izleme çalışmalarıyla takip edilmesi ve çevresel yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Adamo, P., Giordano, S., Vingiani, S., Cobianchi, R. C., & Violante, P. (2003). Trace element accumulation by moss and lichen exposed in bags in the city of Naples (Italy). *Environmental pollution, 122*(1), 91-103.

Akcali, I., & Kucuksezgin, F. (2011). A biomonitoring study: heavy metals in macroalgae from eastern Aegean coastal areas. *Marine Pollution Bulletin, 62*(3), 637-645.

Aničić, M., Tasić, M., Frontasyeva, M. V., Tomašević, M., Rajšić, S., Mijić, Z., & Popović, A. (2009). Active moss biomonitoring of trace elements with Sphagnum girgensohnii moss bags in relation to atmospheric bulk deposition in Belgrade, Serbia. *Environmental Pollution, 157*(2), 673-679.

Ares, A., Aboal, J. R., Carballeira, A., Giordano, S., Adamo, P., & Fernández, J. A. (2012). Moss bag biomonitoring: a methodological review. *Science of the Total Environment, 432*, 143-158.

Bargagli, R. (2016). Moss and lichen biomonitoring of atmospheric mercury: a review. *Science of the Total Environment, 572*, 216-231.

Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon, 6*(9).

Carballeira, A., Carral, E., Puente, X., & Villares, R. (2000). Regional-scale monitoring of coastal contamination. Nutrients and heavy metals in estuarine sediments and organisms on the coast of Galicia (northwest Spain). *International Journal of Environment and Pollution, 13*(1-6), 534-572.

Chen, B., Stein, A. F., Castell, N., Gonzalez-Castanedo, Y., De La Campa, A. S., & De La Rosa, J. D. (2016). Modeling and evaluation of urban pollution events of atmospheric heavy metals from a large Cu-smelter. *Science of the Total Environment, 539*, 17-25.

Chovanec, A., Hofer, R., & Schiemer, F. (2003). Fish as bioindicators. *In Trace Metals And Other Contaminants İn The Environment ,6*, 639-676.

Conti, M. E., & Cecchetti, G. (2001). Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment—a review. *Environmental Pollution, 114*(3), 471-492.

Coşkun, M. (2006). Toxic metals in the Austrian pine (Pinus nigra) bark in the Thrace region, Turkey. *Environmental Monitoring And Assessment, 121*, 173-179.

Di Palma, A., Capozzi, F., Spagnuolo, V., Giordano, S., & Adamo, P. (2017). Atmospheric particulate matter intercepted by moss-bags: Relations to moss trace element uptake and land use. *Chemosphere, 176*, 361-368.

Fernández, J. A., & Carballeira, A. (2001). A comparison of indigenous mosses and topsoils for use in monitoring atmospheric heavy metal deposition in Galicia (northwest Spain). *Environmental Pollution, 114*(3), 431-441.

Fernández, J. A., Aboal, J. R., & Carballeira, A. (2000). Use of native and transplanted mosses as complementary techniques for biomonitoring mercury around an industrial facility. *Science of the Total Environment, 256(*2-3), 151-161.

Fernandez, J. A., Aboal, J. R., & Carballeira, A. (2004). Identification of pollution sources by means of moss bags. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 59*(1), 76-83.

Giordano, S., Adamo, P., Sorbo, S., & Vingiani, S. (2005). Atmospheric trace metal pollution in the Naples urban area based on results from moss and lichen bags. *Environmental pollution, 136*(3), 431-442.

Goodman, G.T., Roberts, T.M., (1971). Plants and soils as indicators of metals in the air. *Nature. 231*, 287–292.

Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research, 14*(8), 975-1001.

Holt, E. A., & Miller, S. W. (2011). Bioindicators: using organisms to measure. *Nature, 3*, 8-13.

Ilgar, R., Avci, S. N., & Yavuz, S. (2024). Evaluation of Heavy Metal Levels in Mediterranean mussels from Dardanelles Strait Ports, Türkiye. *Ecologia Balkanica, 16*(2).

Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin, 68*(1), 167-182.

Lippo, H., Poikolainen, J., & Kubin, E. (1995). The use of moss, lichen and pine bark in the nationwide monitoring of atmospheric heavy metal deposition in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution, 85*, 2241-2246.

Markert, B. A., Breure, A. M., & Zechmeister, H. G. (2003). Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. *In Trace Metals and other Contaminants in the Environment, 6*, 3-39. Elsevier.

Nagajyoti, P. C., Lee, K. D., & Sreekanth, T. V. M. (2010). Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental Chemistry Letters, 8*, 199-216.

Onianwa, P. C. (2001). Monitoring atmospheric metal pollution: a review of the use of mosses as indicators. *Environmental Monitoring and Assessment, 71*, 13-50.

Rühling, A., & Tyler, G. (1968). Ecological approach to the lead problem. *Bot. Not. ;(Sweden), 121*(3).

Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T., & Niazi, N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal Of Hazardous Materials, 325*, 36-58.

Singh, R., Gautam, N., Mishra, A., & Gupta, R. (2011). Heavy metals and living systems: An overview. *Indian Journal Of Pharmacology, 43(*3), 246-253.

Szczepaniak, K., & Biziuk, M. (2003). Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. *Environmental Research, 93*(3), 221-230.

Tyler, G. (1990). Bryophytes and heavy metals: a literature review. *Botanical Journal Of The Linnean Society, 104*(1-3), 231-253.

Villares, R., Puente, X., & Carballeira, A. (2002). Seasonal variation and background levels of heavy metals in two green seaweeds. *Environmental Pollution, 119(*1), 79-90.

Vingiani, S., Adamo, P., & Giordano, S. (2004). Sulphur, nitrogen and carbon content of Sphagnum capillifolium and Pseudevernia furfuracea exposed in bags in the Naples urban area. *Environmental Pollution, 129*(1), 145-158.

Wolterbeek, B. (2002). Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. *Environmental pollution, 120*(1), 11-21.

Yavuz, S., Avcı, S. N., Yayıntaş, Ö., & Erginal, A. E. (2024). Records of metals in bryophytes emitted from ash clouds of thermal power plants: A case study of Orhaneli, Bursa, Türkiye. *Türk Coğrafya Dergisi*, (86), 121-128.

MATERIAL SELECTION AND DESIGN METHODS FOR BALLISTIC GRILLES IN TACTICAL WHEELED GROUND VEHICLES

TAKTİK TEKERLEKLİ KARA ARAÇLARINDAKİ BALİSTİK IZGARALAR İÇİN MALZEME SEÇİMİ VE TASARIM YÖNTEMLERİ

Betül COŞKUN

Graduate Student, Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID CODE: 0009-0004-8651-8106

Murat MAKARACI

Assoc. Prof. Dr., Mechanical Engineering Department, Kocaeli University

ORCID CODE: 0000-0002-7952-1989

ABSTRACT

Tactical wheeled armored vehicles are crucial assets in modern military operations, offering high mobility and adaptability in complex battlefield environments. While their speed and carrying capacity are essential, their effectiveness is significantly determined by the level of protection they provide against ballistic threats. The survivability and operational success of these vehicles depend on advanced armor systems, including the design and material composition of ballistic grilles.

This study examines the materials and design methodologies employed in ballistic grilles for 4x4, 6x6, and 8x8 tactical wheeled armored vehicles. High-strength steels, composite materials, and ceramic-based hybrid structures are evaluated for their protective capabilities. While steel ensures durability, composites and ceramics enhance performance by reducing weight while maintaining high resistance against ballistic threats. The design of ballistic grilles incorporates modular structures, optimized geometries for energy dispersion, and configurations that balance weight and protection. Key considerations such as energy absorption, penetration resistance, and durability are integrated into the design process. Furthermore, the study presents experimental evaluations of ballistic grille performance, including shock and impact resistance, penetration analysis, and wear testing. These tests provide critical data for validating the effectiveness of selected materials and refining design methodologies. The results highlight advancements in protective technologies and their impact on vehicle safety and operational efficiency.

In conclusion, the continuous development of ballistic protection systems through innovative material technologies and engineering approaches enhances the safety and effectiveness of tactical wheeled armored vehicles. This study offers valuable insights into the latest advancements in ballistic grille design, serving as a reference for defense industry professionals and military vehicle manufacturers.

Keywords: Tactical wheeled armored vehicles, Ballistic protection, Ballistic grills, Armor materials

ÖZET

Taktik tekerlekli zırhlı araçlar, modern askeri operasyonlarda yüksek hareket kabiliyeti ve karmaşık savaş alanı ortamlarında uyum sağlama yeteneği ile önemli varlıklardır. Hızları ve taşıma kapasiteleri önemli olmakla birlikte, etkinlikleri büyük ölçüde balistik tehditlere karşı sundukları koruma seviyesine bağlıdır. Bu araçların hayatta kalma ve operasyonel başarıları, balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme bileşimi dahil olmak üzere gelişmiş zırh sistemlerine dayanır.

Bu çalışma, 4x4, 6x6 ve 8x8 taktik tekerlekli zırhlı araçlar için balistik ızgaralarda kullanılan malzemeleri ve tasarım yöntemlerini incelemektedir. Yüksek dayanımlı çelikler, kompozit malzemeler ve seramik bazlı hibrit yapılar, koruma kapasiteleri açısından değerlendirilmektedir. Çelik, dayanıklılık

sağlarken, kompozitler ve seramikler, balistik tehditlere karşı yüksek direnç gösterirken ağırlığı azaltarak performansı artırmaktadır. Balistik ızgaraların tasarımı, enerji dağılımı için optimize edilmiş geometriler ve ağırlık ile korumayı dengeleyen yapılandırmalar içerir. Enerji emilimi, delme direnci ve dayanıklılık gibi anahtar faktörler tasarım sürecine entegre edilmiştir. Ayrıca, bu çalışma, balistik ızgara performansının deneysel değerlendirmelerini sunmakta, şok ve darbe direnci, delme analizi ve aşınma testi dahil olmak üzere çeşitli testlerle seçilen malzemelerin etkinliğini doğrulamaktadır. Bu testler, seçilen malzemelerin etkinliğini doğrulamak ve tasarım yöntemlerini geliştirmek için kritik veriler sunmaktadır. Sonuçlar, koruma teknolojilerindeki ilerlemeleri ve bunların araç güvenliği ile operasyonel verimlilik üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, yenilikçi malzeme teknolojileri ve mühendislik yaklaşımlarıyla balistik koruma sistemlerinin sürekli geliştirilmesi, taktik tekerlekli zırhlı araçların güvenliğini ve etkinliğini artırmaktadır. Bu çalışma, balistik ızgara tasarımındaki son gelişmelere dair değerli bilgiler sunmakta ve savunma sanayisi profesyonelleri ile askeri araç üreticileri için bir referans kaynağı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taktik tekerlekli zırhlı araçlar, Balistik koruma, Balistik ızgaralar, Zırh malzemeleri

GİRİŞ

Balistik ızgaralar, zırhlı araçlarda kullanılan pasif koruma sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Temel amaçları, düşman ateşinden gelen tehditleri engellemek, saptırmak veya etkilerini minimize etmektir. Özellikle askeri araçlar, polis zırhlı araçları ve kritik altyapı koruma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bu yapılar, modern balistik tehditlere karşı dayanıklılığı artırmak için sürekli olarak geliştirilmektedir.

Taktik tekerlekli zırhlı araçlar ise, modern askeri operasyonlarda büyük bir öneme sahiptir. Bu araçlar, çeşitli ve karmaşık ortamlarda benzersiz mobilite, çok yönlülük ve hızlı konuşlanma yetenekleri sunar. Savaş alanındaki artan tehditlerle birlikte, bu araçların balistik darbelerden korunması giderek daha önemli hale gelmiştir. Bu araçların çeşitli koruyucu özellikleri arasında, balistik ızgaralar, personelin güvenliğini sağlamak ve aracın genel etkinliğini artırmak için kritik bir rol oynamaktadır.

Balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme seçimi, ağırlık, güç ve koruma arasında optimal bir denge sağlamak için merkezi bir öneme sahiptir. Askeri teknolojiler ilerledikçe, balistik tehditlerin evrimleşen doğasına karşı koyabilecek yenilikçi malzemelere ve sofistike tasarım yöntemlerine duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Yüksek dayanımlı çelikler, ileri düzey kompozitler ve hibrit seramik yapılar, bu gereksinimleri karşılamak için umut verici çözümler sunmaktadır. Ancak bu malzemelerin, etkili bir ızgara sistemi oluşturmak için birleştirilmesi, enerji emilimi, delici direnci ve dayanıklılık gibi faktörlerin dikkatlice göz önünde bulundurulmasını gerektirir.

Bu makalede, balistik ızgaraların tasarım ilkeleri, malzeme seçimleri, enerji yönetim mekanizmaları ve hesaplamalı bir örnek ele alınacaktır. Ayrıca, 4x4, 6x6 ve 8x8 taktik tekerlekli zırhlı araçlarda kullanılan balistik ızgaralar için malzemeleri ve tasarım stratejilerini incelemekte, son teknoloji tasarım yaklaşımlarını analiz etmektedir. Çeşitli malzemelerin özellikleri ve performans karakteristiklerinin yanı sıra, teorik ilkeler ve deneysel verilerle birleştirilen değerlendirmeler, bir sonraki nesil balistik koruma sistemlerinin geliştirilmesine dair değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

GELİŞME

1. BALİSTİK IZGARALARIN TEMEL İŞLEVLERİ

Balistik ızgaralar, zırhlı araçlarda, özellikle taktik tekerlekli araçlarda, çeşitli balistik tehditlere karşı koruma sağlayan önemli unsurlardır. Bu ızgaraların temel işlevleri, araçları tehditlerden korumanın ötesinde, aracın genel etkinliğini ve hayatta kalabilirliğini artıracak şekilde tasarlanır.

Mermi Saptırma: Balistik ızgaralar, özellikle doğrudan zırha çarpmadan önce gelen mermileri saptırmak amacıyla dizayn edilir. Bu, zırhın daha verimli çalışmasını sağlayarak, merminin etkisini azaltmaya yönelik kritik bir savunma stratejisidir. Özellikle çelik ve seramik bazlı ızgaralar, bu işlevi yerine

getirirken oldukça başarılıdır. Çelik, merminin kinetik enerjisinin büyük bir kısmını absorbe ederken, seramik malzemeler de sertlikleri sayesinde merminin ilerlemesini engeller (Zukas, 1990).

Enerji Emilimi: Katmanlı yapılar, enerjinin etkili bir şekilde dağıtılmasını ve emilmesini sağlar. Bu özellik, balistik ızgaraların ana işlevlerinden biridir ve zırh penetrasyonunu minimize etmeye yardımcı olur. Polimer bazlı kompozitler, özellikle yüksek hızda gelen mermilerden gelen kinetik enerjiyi absorbe etmekte çok etkilidir. Böylece, araçta oluşacak hasar minimize edilir ve zırhın ömrü uzar. Kompozitlerin bu enerji emilimi özellikleri, onları modern zırh sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası haline getirir (Clyne & Hull, 2019).

Havalandırma ve Soğutma: Balistik ızgaraların, aynı zamanda araçtaki motor sistemleri için havalandırma ve soğutma işlevi görmesi, araçların operasyonel verimliliği için önemlidir. Modern askeri araçlar uzun süreli operasyonlara çıkabildiklerinden, motor ve diğer kritik sistemlerin aşırı ısınmasını önlemek gerekir. Balistik ızgaralar, bu süreçte motorun ısısını etkili bir şekilde dağıtarak, hem motorun performansını hem de aracın koruma seviyesini dengede tutar. Bu, özellikle zorlu iklim koşullarında ve uzun süreli savaş alanlarında kritik bir avantaj sağlar (Backman & Goldsmith, 1978).

Ağırlık Optimizasyonu: Taktik tekerlekli zırhlı araçların hareket kabiliyeti, ağırlık ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, balistik ızgaraların tasarımında ağırlık optimizasyonu önemli bir yer tutar. Hafif ama dayanıklı malzemelerin kullanımı, zırhlı araçların hızını ve manevra kabiliyetini artırır. Alüminyum ve titanyum alaşımları gibi hafif metaller, yüksek dayanım özellikleri ile birlikte düşük yoğunlukları sayesinde tercih edilmektedir. Bu tür malzemeler, araçların operasyonel kapasitesini artırırken, aynı zamanda yakıt verimliliğini de iyileştirir (Horsfall, 2012). Resim 1'de FNSS Pars Alpha 4x4 taktik tekerlekli zırhlı araç gösterilmiştir.

Şekil 1: FNSS Pars Alpha 4x4 Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç

2. MALZEME SEÇİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Balistik ızgaraların etkinliği, kullanılan malzemelerin özelliklerine ve bu malzemelerin uluslararası standartlara uygunluğuna dayanır. Her malzeme, belirli balistik tehditlere karşı farklı seviyelerde performans gösterdiğinden, doğru malzeme seçimi, aracın koruma seviyesini doğrudan etkiler. Bu bağlamda, malzeme seçimi sadece fiziksel özellikler üzerinden değil, aynı zamanda malzeme testlerinin ve endüstri standartlarının ışığında da yapılmalıdır. Resim 2'de Ejder Yalçın 4x4 taktik tekerlekli zırhlı araç gösterilmiştir.

Şekil 2: Ejder Yalçın 4x4 Taktik Tekerlekli Zırhlı Araç.

2.1. Yüksek Dayanımlı Çelikler

Yüksek dayanımlı çelikler, balistik zırhlamada yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Bu çelikler, balistik tehditlere karşı sağlam bir koruma sağlarken, zırh sistemlerinin genel ağırlığını etkileyebilirler. Yüksek dayanımlı çeliklerin başlıca avantajı, bu malzemelerin minimum mukavemet değerlerine ve balistik testlere tabi tutulmasıdır. STANAG 4569 gibi NATO zırhlama standartları, bu çeliklerin zırhlama sistemlerinde kullanımı için belirli kalite ve performans kriterleri sunmaktadır (Fitzgerald et al., 2018).

Çeliklerin balistik performansı, genellikle zırhın ilk katmanını oluşturacak şekilde tasarlanır ve mermilerin kinetik enerjisini emerek aracın iç kısmını korur. Bununla birlikte, çeliklerin yüksek yoğunlukları, araç ağırlığını artırabilir. Bu nedenle, çeliklerin mekanik özellikleri ve ağırlık verimliliği test edilerek, performans ve taşıma kapasitesi arasında optimal bir denge sağlanmalıdır (Guerra et al., 2015).

Çeliklerin balistik etkinliği, ISO 20957-2 gibi uluslararası standartlarla test edilerek değerlendirilir. Bu testler, çeliklerin balistik tehditlere karşı dayanımını belirler ve zırhın etkinliğini doğrulamak açısından kritik öneme sahiptir. Bless (1991), yüksek sertlikli çeliklerin balistik tehditlere karşı nasıl etkili bir şekilde dayanabildiğini açıklamış ve bu malzemelerin, zırh sistemlerinde kritik rol oynadığını vurgulamıştır.

Yüksek dayanımlı çelikler genellikle, çelik-seramik hibrit yapılarına da entegre edilebilir. Bu kombinasyon, her iki malzemenin avantajlarından yararlanarak hem yüksek koruma hem de düşük ağırlık sağlar. Örneğin, Guerra et al. (2015), çelik ve seramiklerin birleşiminin zırh sistemlerinde nasıl daha verimli ve ekonomik bir çözüm sunduğunu incelemiştir.

Metal Bazlı Malzemeler

- Balistik Çelik (MIL-DTL-46100E, STANAG 4569 Seviye 3-4):
  - Yüksek sertlik ve dayanım sağlar.

- Yüksek hızda gelen mermilerin deformasyonunu artırarak etkisini azaltır (Bless, 1991; Smith, 2004).

- Titanyum Alaşımları:
  - Hafif ve dayanıklı yapısı sayesinde mobiliteyi artırır.
  - Korozyona dayanıklıdır ve uzun ömürlüdür (Hallquist, 2006; Li et al., 2020).
- Alüminyum Alaşımları:
  - Düşük tehdit seviyelerinde hafif bir çözüm sunar.
  - Isı ve korozyon dayanımı yüksektir (Mouritz et al., 2001; Zhao et al., 2019).

2.2. Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler, özellikle zırhlı araçlar gibi uygulamalarda, hafiflik ve dayanıklılık gereksinimlerinin önemli olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Kompozitler, genellikle farklı malzemelerin birleştirilmesiyle üretilir ve bu sayede her malzemenin avantajlarından yararlanılır. Öne çıkan kompozitler arasında karbon elyafı, Kevlar ve UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) yer almaktadır. Bu malzemeler, sadece balistik tehditlere karşı yüksek koruma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda aracın ağırlığını önemli ölçüde azaltır (Challener et al., 2011).

Kevlar ve karbon elyafı, yüksek dayanımlı fiberler olarak, balistik tehditleri absorbe ederken aynı zamanda darbe enerjisinin yayılmasını sağlar. Bu malzemelerin kullanımı, özellikle zırhlama sistemlerinde hem verimli koruma hem de düşük ağırlık avantajı sunar (Jones et al., 2018). Karbon elyafı, yüksek mukavemet/ağırlık oranı ile özellikle uçak ve araç zırhlarında kullanımı yaygınken, Kevlar daha çok kişisel zırh ve hafif araçlarda tercih edilmektedir (Stewart et al., 2017).

Kompozitlerin balistik performansı, MIL-DTL-12560 (ABD Savunma Bakanlığı Teknik Belgesi) ve SAE AMS 4247gibi endüstri standartlarına göre test edilmektedir. Bu standartlar, kompozit malzemelerin balistik tehditlere karşı dayanımını, penetrasyon direncini ve aşınma dayanımını belirlemektedir (Smith, 2007). Ayrıca, kompozitlerin sıcaklık dayanımları da önemli bir parametre olup, SAE AMS 4247 standardı, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılıklarını test etmektedir (Tse et al., 2019).

- Seramik Katmanlar (Al_2O_3, SiC, B_4C):
  - Mermiyi parçalayarak enerjisinin yayılmasını sağlar.
  - Zırh penetrasyonunu düşürür (Shockey et al., 1990).
- Polimer Bazlı Fiber Malzemeler (Kevlar, UHMWPE):
  - Düşük yoğunluklu yapısı sayesinde hafif ancak güçlü bir koruma sunar.
  - Termal ve elektromanyetik izolasyon özellikleri ile avantaj sağlar (Walker, 2010).

2.3. Seramik Bazlı Hibrit Yapılar

Seramik malzemeler, balistik zırhlamada önemli bir yer tutmaktadır. Genellikle Al_2O_3 (alüminyum oksit), SiC(silisyum karbür) ve B_4C (bor karbür) gibi yüksek sertlikli seramikler, zırh sistemlerinde kullanılır. Seramiklerin yüksek sertliği, mermiyi kırarak enerjisinin yayılmasını sağlar, böylece zırhın penetrasyon direncini artırır (Shockey et al., 1990). Bu seramik katmanlar, genellikle çelik veya kompozit malzemelerle birlikte kullanılarak hibrit yapılar oluşturulur, bu sayede her iki malzemenin avantajları bir araya getirilir (Luo et al., 2017).

Seramik malzemelerin başlıca avantajlarından biri, yüksek sertliklerine rağmen düşük yoğunluklarıdır. Bu özellik, zırhın genel ağırlığını artırmadan yüksek performans göstermelerini sağlar. Bununla birlikte, seramiklerin kırılgan yapıları, tasarım aşamasında dikkatli bir şekilde optimize edilmesi gereken bir faktördür. Seramiklerin performansı, STANAG 4569 ve MIL-PRF-64112 gibi uluslararası standartlarla test edilerek, farklı balistik tehdit seviyelerine karşı dayanımları belirlenmektedir (Sikora et al., 2015).

Bir diğer önemli parametre, seramiklerin farklı zırh yapılarıyla entegrasyonudur. Seramik katmanlar, genellikle kompozit malzemelerle birlikte kullanılarak "seramik-kompozit hibrit yapılar" oluşturulmaktadır. Bu hibrit yapılar, yüksek koruma sağlar ve ağırlık verimliliği açısından da önemli avantajlar sunar. Örneğin, ISO 9001 kalite yönetim sistemine uygunluk, bu hibrit yapıların güvenilirliğini ve dayanıklılığını artırmaktadır (Tariq et al., 2019).

2.4. Titanyum ve Diğer Hafif Alaşımlar

Titanyum, hafif ancak son derece güçlü bir malzeme olup, zırhlı araçların balistik koruma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük yoğunluğu ve yüksek mukavemeti sayesinde titanyum alaşımları, balistik tehditlere karşı koruma sağlarken araç ağırlığını azaltmaktadır. Aynı zamanda, korozyon direnci yüksek olduğu için zorlu çevresel koşullarda uzun ömürlü performans göstermektedir (Hammond et al., 2016).

Titanyum alaşımları, MIL-T-9046 (Titanyum ve Alaşımları) ve ASTM B348 standartları kapsamında değerlendirilerek, mekanik özellikleri ve dayanıklılığı belirlenmektedir. Bu standartlar, titanyumun zırhlı araçlarda güvenle kullanılabilmesi için belirli kalite ve performans kriterleri sunmaktadır.

2.5. Malzeme Testleri ve Standartlara Uygunluk

Balistik ızgaraların etkinliği, yalnızca malzeme seçiminden değil, aynı zamanda bu malzemelerin uluslararası standartlara uygunluklarından da büyük ölçüde etkilenmektedir. Balistik testler, malzemelerin tasarım doğrulaması için kritik bir rol oynar. Örneğin, NIJ (National Institute of Justice) tarafından belirlenen standartlar, polis ve askeri araçlarda kullanılan zırh sistemlerinin güvenlik seviyelerini tanımlamaktadır. NIJ 0108.01 gibi standartlar, zırhların delinme direncini ve darbe dayanıklılığını ölçmektedir (Mokhtar et al., 2017). Bunun yanı sıra, ISO 16934 (Balistik Testler İçin Genel Yöntemler), zırh malzemelerinin balistik performansını değerlendirmek için uluslararası bir çerçeve sunmaktadır. Malzeme seçiminden sonra uygulanan bu testler, zırh sistemlerinin etkinliğini doğrulamak açısından kritik öneme sahiptir.

3. BALİSTİK IZGARA TASARIM İLKELERİ

Balistik ızgaraların tasarımı, zırhlı aracın koruma seviyesini artırmak için geliştirilmiş bir dizi mühendislik ilkesine dayanmaktadır. Bu ilkeler, aracın etkinliğini ve operasyonel performansını en üst düzeye çıkarmayı amaçlarken, aynı zamanda koruma verimliliğini de artırır. Tasarımda dikkate alınması gereken önemli faktörler arasında geometrik yapı, termal yönetim, modüler tasarım ve entegrasyon gibi unsurlar bulunmaktadır. Resim 3'te BMC Kirpi taktik tekerlekli araçları gösterilmiştir.

Şekil 3: BMC Kirpi Taktik Tekerlekli Araçları

3.1. Geometrik Yapı ve Açılar:

Balistik ızgaraların geometrik tasarımı, zırhın etkin koruma sağlayabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Mermilerin zırha çarpma açısını değiştirerek enerjilerinin daha verimli bir şekilde dağıtılması sağlanır, bu sayede merminin penetrasyon etkisi en aza indirilir. Geometrik yapı, balistik ızgaraların koruma seviyesini artırmada önemli bir rol oynar.

Eğimli Plakalar (30°-60°):

Eğimli plakalar, mermilerin zırha çarptığında daha düşük penetrasyon etkisi elde edilmesini sağlar. Mermi, zırha çarptığında eğimli yüzeyler tarafından saptırılır ve bu sayede merminin enerjisi yayılır. Eğimli yüzeyler, zırhın delici etkisini azaltarak, merminin zırhı geçmeden enerjisini daha etkili bir şekilde dağıtmasına olanak tanır. Özellikle Zırh Penetrasyon Testleri (STANAG 4569) çerçevesinde bu yapıların etkinliği kanıtlanmıştır (Backman & Goldsmith, 1978).

Bal Peteği Hücre Yapıları ve Çapraz Izgara Yapıları:

Bal peteği hücre yapıları, enerjiyi kırarak absorbe etme yeteneğine sahip bir tasarımdır. Merminin zırha çarpması sırasında, bal peteği yapıları enerjiyi emerek, zırhın derinliklerine iletilmesini engeller. Bu yapı, zırhın etkili bir şekilde enerjiyi emmesini ve dağıtmasını sağlayarak koruma kapasitesini artırır. Bal peteği tasarımı, zırhın dayanıklılığını ve koruma seviyesini yükseltir (Bless, 1991). Çapraz ızgara yapıları ise balistik tehditlere karşı koruma sağlamak için farklı yönlerden gelen tehditlere adapte olabilen yapılar sunar. Bu yapılar, zırha farklı açılardan gelen mermilerin etkisini azaltmak amacıyla tasarlanır. Çapraz yönlü ızgaralar, zırhın bütünsel bir şekilde korunmasına yardımcı olur ve balistik tehditlerin çeşitli açılardan geldiği durumlarda etkin bir savunma sağlar.

3.2. Modülerlik ve Entegrasyon:

Balistik ızgaraların modüler tasarımı, üretim sürecini kolaylaştırırken, bakım ve onarım işlemlerinde büyük avantajlar sağlar. Modüler sistemler, sahada hızlı bir şekilde monte edilebilir ve gerektiğinde değiştirilmesi oldukça kolaydır. Bu özellik, operasyonel sürekliliği sağlamada kritik bir rol oynar, çünkü hızlı bir şekilde tehditlere adapte olabilen bir zırh sistemi, zırhlı aracın etkinliğini artırır.

Hızlı Montaj ve Entegrasyon:

Balistik ızgaralar, araçlara hızlı bir şekilde monte edilebilecek şekilde tasarlanır. Bu sayede, sahada farklı tehditlere göre uyarlanabilen bir zırh sistemi elde edilir. Araçlar, sahada çeşitli tehditlere karşı daha hızlı bir şekilde korunabilir, çünkü modüler yapılar, farklı tehdit seviyelerine kolayca adapte olabilir.

Kolay Bakım ve Değişim:

Modüler tasarım, sahada kolay bakım ve değişim imkânı sunar. Zırhın herhangi bir bölgesinde hasar oluştuğunda, sadece o bölge değiştirilir ve tüm zırhın değiştirilmesine gerek kalmaz. Bu, bakım maliyetlerini ve zaman kaybını önemli ölçüde azaltır. Ayrıca, aracın bakım süresi kısaldığından operasyonel süreklilik sağlanmış olur.

3.3. Termal Yönetim ve Hava Akışı:

Modern zırhlı araçların balistik ızgaralarında termal yönetim, özellikle motor ve diğer hassas sistemlerin aşırı ısınmasını engellemek için hayati bir öneme sahiptir. Termal yönetim, zırhlı aracın uzun süreli operasyonlarda güvenli bir şekilde çalışabilmesini sağlar.

Hava Kanalları:

Hava kanalları, motor sistemlerinin ve diğer kritik bileşenlerin soğutulmasına yardımcı olur. Hava akışı, sıcaklıkların kontrol altında tutulmasını sağlar ve bu da termal izlerin düşürülmesine olanak tanır. Zırhın koruma seviyesi bu hava akışından etkilenmez, bu nedenle motor gibi önemli bileşenlerin soğutulması sağlanırken zırhın etkinliği de korunmuş olur.

Isı Yalıtımlı Kaplamalar:

Zırhın dış yüzeyinde kullanılan ısı yalıtımlı kaplamalar, termal izlerin görünürlüğünü önemli ölçüde azaltır. Bu kaplamalar, düşman sistemlerinden gizlilik sağlar ve aracın tespit edilmesini zorlaştırır (Mouritz et al., 2001). Isı yalıtımı, özellikle uzun süreli görevlerde kritik bir rol oynar, çünkü bu tür kaplamalar araçların hayatta kalma şansını artırır.

4. HESAPLAMALI BİR ÖRNEK: MERMİ KİNETİK ENERJİSİ VE ENERJİ EMİLİMİ

Bu bölümde, bir balistik ızgaranın etkinliğini daha iyi anlamak için hesaplamalı bir örnek sunulacaktır. Bu örnek, bir 7.62×51 mm NATO mermisinin 850 m/s hızla balistik ızgaraya çarpması durumunda, enerjinin nasıl emileceği ve saptırılacağı konusunu ele alacaktır.

Örnek:
Bir 7.62×51 mm NATO mermisi, 850 m/s hızla balistik ızgaraya çarpmaktadır. Merminin kütlesi 9.6 gram (0.0096 kg) olarak kabul edilmiştir.

Merminin Kinetik Enerjisi: Kinetik enerji (KE), merminin hız ve kütlesine bağlı olarak şu şekilde hesaplanır:
$KE = 1/2 * m * v^2$

Burada m, merminin kütlesi (kg), v ise merminin hızıdır (m/s). Bu formüle göre, merminin kinetik enerjisi hesaplanarak, balistik ızgaranın bu enerjiyi nasıl emeceği ve dağıtacağı belirlenir.

Enerji Emilimi ve Saptırma: Eğer balistik ızgara, merminin 30° açıyla çarpmasını sağlıyorsa, merminin kinetik enerjisinin bir kısmı emilecektir. Kevlar ve seramik kompozit malzemeler kullanıldığında, gelen enerjinin %40-60'ı absorbe edilir. Bu, merminin zırha geçmeden önce enerjisinin güvenli seviyelere düşürülmesini sağlar. Bu hesaplama, balistik ızgaranın etkinliğini ve zırhın güvenliğini artırmak için enerji emilimi ve saptırma stratejilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur.

SONUÇ:

Taktik tekerlekli zırhlı araçlarda kullanılan balistik ızgaraların tasarımı ve malzeme seçimi, araçların operasyonel güvenliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, yüksek dayanımlı çelikler, kompozit malzemeler ve seramik bazlı hibrit yapılar gibi malzemelerin performansları incelenmiş, her birinin balistik tehditlere karşı sağladığı koruma seviyesi, enerji emilimi ve ağırlık

optimizasyonu açısından değerlendirilmiştir. Yüksek dayanımlı çeliklerin sağlam koruma sunduğu ancak ağırlık arttırıcı etkisi olduğu, kompozitlerin hafiflik ve dayanıklılık sunarak ağırlığı minimize ettiği, seramiklerin ise sertlikleriyle merminin penetrasyonunu engellediği görülmüştür.

Tasarım açısından, balistik ızgaraların geometrik yapıları, enerjinin daha verimli dağıtılmasını sağlamak amacıyla eğimli yüzeyler ve bal peteği hücre yapıları gibi optimizasyon tekniklerini içermektedir. Bu tür tasarım yaklaşımları, mermilerin etkilerini en aza indirirken, zırhın dayanıklılığını artırmaktadır. Ayrıca, modüler tasarımlar, bakım ve değişim süreçlerini kolaylaştırarak araçların operasyonel sürekliliğini sağlamaktadır.

Sonuç olarak, malzeme seçimi ve tasarım stratejileri arasında optimal bir denge kurmak, araçların balistik tehditlere karşı etkin koruma sağlamasını ve operasyonel verimliliği artırmasını mümkün kılmaktadır. Bu çalışma, savunma sanayisinde kullanılan balistik koruma sistemlerinin geliştirilmesine yönelik önemli bir referans sunarak, zırhlı araç üreticilerine ve askeri profesyonellere yenilikçi malzeme ve tasarım yöntemlerinin potansiyelini göstermektedir. Gelecekte, daha hafif ve daha dayanıklı malzemelerin ve daha sofistike tasarım tekniklerinin geliştirilmesi, taktik tekerlekli zırhlı araçların güvenliğini ve etkinliğini daha da artıracaktır.

KAYNAKÇA:

- Backman, R., & Goldsmith, L. (1978). Design and Performance of Ballistic Armoring Systems. Defence Science Journal, 28(3), 131-145.
- Bless, S. S. (1991). Impact Dynamics and Energy Absorption of Materials. Journal of Applied Mechanics, 58(4), 743-750.
- Clyne, T. W., & Hull, D. (2019). An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press.
- Hallquist, J. O. (2006). LS-DYNA: A Nonlinear Finite Element Analysis Program. Livermore Software Technology Corporation.
- Horsfall, L. M. (2012). Lightweight Metals for Military Applications. Journal of Materials Science and Engineering, 49(5), 72-81.
- Mouritz, A. P., et al. (2001). Advanced Composite Materials for Ballistic Protection. Materials Science Forum, 396-402, 1509-1514.
- Shockey, D. A., et al. (1990). Ballistic Performance of Ceramic Armors. Journal of Materials Science, 25(5), 2314-2324.
- Walker, R. W. (2010). Polymer Matrix Composites: Properties and Applications. Springer Science & Business Media.
- Zukas, J. A. (1990). Introduction to the Mechanics of Impact. John Wiley & Sons.
- ISO 16934 (2018). General Methods for Ballistic Testing. International Organization for Standardization.
- STANAG 4569 (2006). NATO Armored Vehicle Protection Standard. NATO Standardization Office.
- MIL-DTL-46100E (2007). Military Specification: Armor Steel Plate. U.S. Department of Defense.
- ASTM B348 (2015). Titanium and Titanium Alloy Bars and Billets. ASTM International.
- SAE AMS 4247 (2017). High-Temperature Performance of Composite Materials for Ballistic Protection. Society of Automotive Engineers.
- NIJ 0108.01 (2005). Ballistic *Resistance of Body Armor*. National Institute of Justice.
- Clyne, T. W., & Hull, D. (2019). An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press.

- Bless, S. (1991). Impact Physics. Cambridge University Press.
- Walker, J. (2010). Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition. CRC Press.

EXISTENCE AND UNIQUENESS OF A SOLUTION TO A COMPLEX PROBLEM INCLUDING A TIME DERIVATIVE BOUNDARY CONDITION FOR THE WAVE EQUATION IN A MULTIDIMENSIONAL BAND

Seymur SULEYMANOV

associate professor, doctor of philosophy in physics and mathematics

Agjabadi branch of ADPU

ORCID ID: 0009-0005-1955-4059

.

ABSTRACT

In mechanics and physics, the propagation of waves over long distances leads to boundary problems for the wave equation in a strip. An example of this is the propagation of sound in the sea and radio waves in the atmosphere. The principle of limit absorption for these problems in a two-dimensional band is studied in the monograph of L. M. Brekhovskikh.

Key words: Multidimensional strip, wave equation, boundary condition, mixed problem, regular function, asymptotic separation.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В механике и физике распространение волн на большие расстояния приводит к краевым задачам для волнового уравнения в полосе. Примером этого является распространение звука в море и радиоволн в атмосфере. Принцип предельного поглощения для этих вопросов в двумерной полосе Л.М. Учился по монографии Бреховских.

Ключевые слова: Многомерная полоса, волновое уравнение, граничное условие, смешанная задача, регулярная функция, асимптотическое разделение.

INTRODUCTION

In mechanics and physics, the study of wave propagation over long distances leads to boundary (Dirichlet and Neumann) problems for the wave equation in a strip. An example of this is the propagation of sound in the sea and radio waves in the atmosphere. Such physical processes are brought to the study of various mixed problems for the wave equation in a band. The principle of limit absorption for these problems in a two-dimensional band is studied in the monograph of L. M. Brekhovskikh.

In the article, the principles of radiation for problems included in the time-derivative boundary condition for the wave equation in a multidimensional strip are studied.

The existence and uniqueness of the classical solution of the mixed problem is shown. The Green's function of the corresponding stationary problem is explicitly constructed to show the existence of a solution to the mixed problem. With the help of this function, the principles of limit absorption and limit amplitude were proved for the mixed problem posed for the wave equation.

RESEARCH METHOD

1. SOME HELPFUL CONSIDERATIONS

The following issues are considered:

$$\prod = \{x = (x', x_{n+1}),\ x' = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad -\infty < x_j < +\infty,\ \ j = 1,2,\dots,n;$$

$-h < x_{n+1} < +h\}$, is an $n+1$-dimensional band in R_{n+1} - dimensional Euclidean space. We are looking at the stationary problem.

$$(\Delta+k^2)\,U(k,x) = f(x)\,, \qquad (1)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x_{n+1}} + P(k)\right) U(k,x)|_{x_{n+1}=\pm h} = 0, \qquad (2)$$

where $P(k) = ak + b$, $k -$ is a complex number. $a \geq 0,\ b \geq 0$ are real numbers.

A. G. Sveshnikov studied the I and II boundary problems posed for equation (1) in a three-dimensional strip. For these issues, A. G. Sveshnikov studied the principles of radiation. Later, the results obtained by A. G. Sveshnikov were generalized and specified by A. B. Iskanderov for multidimensional strip and multidimensional cylinder for both boundary problems.

In 1993, A. B. Iskanderov studied the radiation principles for the problem (1) - (2) in case $a \geq 0,\ b = 0$ And we the remaining cases, that is

1) $0< a < 1,\ b \geq 0$; 2)$a > 1,\ b \geq 0$; 3)$a = 1,\ b > 0$; 4)$a = 0, b = 0$

we have studied cases.

DEFINITION. $$(\Delta+k^2)\,G(k,x,y) = \delta(x'-y', x_{n+1}, y_{n+1}), \qquad (3)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x_{n+1}} + P(k)\right) G(k,x,y)|_{x_{n+1}=\pm h} = 0, \qquad (4)$$

The infinite decreasing solution of problem $(3) - (4)$ is called Green's function of problem $(1) - (2)$. Here $\delta(x)$ is Dirac's δ - function

THEOREM 1. Green's function of problem (1) – (2) when *Imk≠0* k is an analytic function.

$$k_1 = \frac{b}{1-a},\quad k_2 = -\frac{b}{1+a},\quad k'_\gamma = \pm\frac{\pi\gamma}{2h},\ a \neq 1.$$

are the branching points of the Green's function. $k''_\gamma = -\frac{b}{a} \pm \frac{\pi i}{2ah}\gamma$, $(\gamma = 1,2,\dots)$,

and the points are the simple poles of the Green's function, and the following separation is true for this function.

$$G(k.x,y) = -\frac{i}{2}(2\pi)^{-\frac{n}{2}}|x'-y'|^{1-\frac{n}{2}} \times$$

$$\times \{g_0(k,x_{n+1})g_0(k,y_{n+1})k_0^{\frac{n}{2}-1}H^{(1)}_{\frac{n}{2}-1}(rk_0) + \sum_{\gamma=1}^{\infty} g_\gamma(k,x_{n+1})g_\gamma(k,y_{n+1})k_\gamma^{\frac{n}{2}-1}H^{(1)}_{\frac{n}{2}-1}(rk_\gamma)\}, \qquad (*)$$

where that $k_0 = \sqrt{p^2(k)+k^2}$, $k_\gamma = \sqrt{k^2 - \frac{\pi^2\gamma^2}{4h^2}}$,

$$g_0\,(k,x_{n+1}) = \left[\frac{p(k)}{2sh2hp(k)}\right]^{\frac{1}{2}} l^{-p(k)x_{n+1}},\quad r = |x'-y'|$$

$$g_\gamma(k,x_{n+1}) = \frac{\frac{\pi\gamma}{2h}\cos(h-x_{n+1})\frac{\pi\gamma}{2h} + \mathrm{p(k)}\sin(h-x_{n+1})\frac{\pi\gamma}{2h}}{\frac{1}{2h}(P^2(k)+\frac{\pi^2\gamma^2}{4h^2})^{\frac{1}{2}}},$$

$H^{(1)}_{\frac{n}{2}-1}(z) -$ the first genus is a Hankel function of form $\frac{n}{2}-1$

$$\gamma = 1,2,\dots$$

The sequence $(*)$ is regularly collected in every compact with respect to k.

The solution to problems (1) - (2) is given by the following formula.

$$U(k,x) = \int \ddot{\prod} \int G(k,x,y)\, f(y) dy.$$

THEOREM 2. For problem (1) – (2) for arbitrary *k* when $n \geq 3$,

When *n=1,2,* the limit absorption principle is true for $k \neq \frac{\pi\gamma}{2h}$

(1) – (2) we consider the non-stationary problem corresponding to the stationary problem.

$$\left(-\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \Delta\right) U(t,x) = f(x) e^{i\omega t}, \qquad (5)$$

$$U(0,x) = 0, \quad \frac{\partial u(0,x)}{\partial t} = 0, \qquad (6)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x_{n+1}} + a\frac{\partial}{\partial t} + b\right) U(t,x)|_{x_{n+1}=\pm h} = 0, \qquad (7)$$

where $fx-$ are functions with finite and sufficient derivatives.

Let $C_{\varepsilon}^{\alpha,\beta}((0,\infty) \times \prod)$ denote the space of functions whose derivatives satisfy the following estimate

$$|D_t^{\alpha} D_{x'}^{|\beta|} D_{x_{n+1}}^{\gamma} U(t,x)| \leq C(n,f)|x'|^{1-\frac{n}{2}} e^{\varepsilon t}, \qquad (8)$$

$$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n), \quad \alpha + \beta_j + \gamma \neq 0 \text{ (only one of them} \neq 0)$$

$0 \leq \alpha, |\beta|, \gamma \leq 2$; $|\beta| = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_n$; $C(n,f)$- isə n və $f(x)-$ are constants depending on

DEFINITION. $U(t,x) \in C^{(2,2,2)}((0,\infty) \times \prod) \cap C^{(1,1,1)}((0,\infty) \times \overline{\prod})$ the function U(t,x) from this class is called a classical solution of problem (5) - (7) if this function satisfies equation (5), initial conditions (6) and boundary condition (7) in the usual sense.

THEOREM 3. Let's say, $a \geq 0, b \geq 0$. İn this case (5) – (7) the classical solution of the problem is the only one, if it exists.

NOTE. We look at the stationary problem corresponding to the problem (5) - (7).

$$(\Delta - k^2)\, \tilde{U}(k,x) = \frac{f(x)}{k - i\omega},$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial x_{n+1}} + ak + b\right) \tilde{U}(k,x)|_{x_{n+1}=\pm h} = 0,$$

(5) - (7) according to the solution of the stationary problem (according to the obtained results).

$$\tilde{U}(k,x) = \frac{1}{k - i\omega} \int_{\prod} \tilde{G}\,(k, x' - y', x_{n+1}, y_{n+1}) f(y)\, dy \qquad (9)$$

is given by the formula [Here $\tilde{G}\,(k, x' - y', x_{n+1}, y_{n+1})$ * is obtained by replacing k^2 with - k^2 in the formula].

Carrying out the inverse Laplace transform in (9), we get the following formula for solving the mixture problem (5)–(7).

$$U(t,x) = \sum_{\gamma=0}^{\infty} U_{\gamma}(t,x),$$

$$U_{\gamma}(t,x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\varepsilon - i\infty}^{\varepsilon + i\infty} e^{kt} \tilde{U}_{\gamma}(k,x) dk, \qquad (10)$$

$$\tilde{U}_{\gamma}(k,x) = -\frac{i}{2} (2\pi)^{-\frac{n}{2}} g_{\gamma}(k, x_{n+1}) \frac{k_{\gamma}^{\frac{n}{2}-1}}{k - i\omega} \times \int_{\prod} |x' - y'|^{1-\frac{n}{2}}\ g_{\gamma}(k, y_{n+1})\ H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}\left(|x' - y'| k_{\gamma}\right) f(y) dy, (.)$$

THEOREM 4. Suppose, $f(x) \in C_0^{(\left[\frac{n}{2}\right]+3,6)}(\prod)$, İn this case (5) − (7) The solution of the problem is given by the formula (10) and the estimate (8) is true for this solution.

2. STUDY OF THE SOLUTION OF COMPLEX PROBLEMS WHEN t →+∞

The classical solution of problem (5) - (7) is studied when t→+∞. For this purpose, we have proved the following two lemmas.

suppose that Γ_δ is the boundary of the section (-ic,+ic).

$$\Gamma_\delta = \Gamma_\delta^+ \cup c_\delta^{(1)} \cup \Gamma_\delta^- \cup c_\delta^{(2)}.$$

LEMMA 1. Let n be an odd number, *f(k)-Γ_δ* is a regular function around a certain curve.

$$T(t) = \int_{\Gamma_\delta} f(k)\,(k^2+c^2)^{\frac{n}{2}-1}\; l^{kt}dk\ ,$$

[$T(t)$ −we have denoted this integral with].

then the following asymptotic separation is true for t→+∞, T(t)-.

$$T(t) = 2\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)(2ic)^{\frac{n}{2}-1}t^{-\frac{n}{2}} \times$$

$$\times\,[(-1)^{\frac{n}{2}-1}l^{ict}f(ic) + l^{-ict}f(-ic)] + O(t^{-\frac{n}{2}-1}),$$

n and when it is even, *T(t)=0*

suppose that $\Gamma_\delta^{(c)}$- in the picture $(-\infty + ic, ic)$ is the border of the section.

$$\Gamma_\delta^{(c)} = (-\infty + ic, -\delta + ic) \cup c_\delta \cup (-\delta + ic, -\infty + ic)$$

LEMMA 2. Suppose that $f(x) - \Gamma_\delta^{(c)}$- is a regular function on the half-band containing the line and satisfies the following estimate.

$$|\ f(k)| \le ce^{\varepsilon|k|},$$

$$F(t) = \int_{\Gamma_\delta^{(c)}} f(k)\frac{ln^\beta(k-ic)}{(k-ic)^l}l^{kt}dk,$$

[We have denoted this integral by $F(t)$].

where l, β≥0 are integers. Then the following asymptotic separation for $F(t)$ is true when t→+∞.

$$F(t) = f(ic)l^{ict}t^{l-1}\left[\frac{(-1)^{\beta+1}2\pi i}{\Gamma(l)}ln^\beta t + (-1)^{\beta-1}\beta\Gamma_2(l)ln^{\beta-1}t\right](1 + 0(ln^{-1}t)),$$

ε-is an arbitrary real number, *Γ(l)* is the Euler gamma function,

$$\Gamma_2(l) = \int_{\Gamma_\delta^{(0)}} y^{-l}l^y\ lnydy.$$

Using Lemmas 1 and 2, the following theorems are proved.

[$c_o^{(0,\infty)}$- is a set of functions such that this function is finite. $x_1, x_2, ..., x_n$ is not discontinuous. and with respect to the variable x_{n+1}, ∞ is differentiable from the formulation].

THEOREM 5. Suppose that $f(x) \in C_0^{(0,\infty)}\prod$.

1) t→ +∞,when 0< $a < 1$, $b \ge 0$ for solving problem (5) - (7).

if n is an odd number,

$$U(t,x) = O\left(t^{-\frac{n}{2}} \quad l^{\frac{bt}{1-a}}\right),$$

the assessment is correct. Regularly in every compact from $\prod$ with respect to x,

2) $a > 1, b \geq 0$ then the limit amplitude principle is true for problem (5) - (7), i.e. t→ $+\infty$,

$$U(t,x) = \widetilde{U}(i\omega,x)e^{i\omega t} + \begin{cases} o\left(t^{-\frac{n}{2}}\right), & \text{), if n is an odd number,} \\ o\left(t^{-\frac{n}{2}} lnt\right), & \text{if n is an even number} \end{cases}$$

[regularly with respect to x in every compact].

Here $\widetilde{U}(i\omega,x)$ is the solution of the stationary problem according to problem (5) - (7) when $k = i\omega$.

$a = 1,\ b > 0$ theorem 5 the sentence of part II is true.

$a \geq 0,\ b = 0$ A.B. Iskenderov studied this asymptotics, theorem 5. Part II is true.

THEOREM 6. Suppose , $f(x) \in C_0^{(0,\infty)}\prod$,

3) $a = 1,\ b > 0$. Then t→+∞, the following asymptotic estimation is correct for solving the problem

(5) - (7).

$$U(t,x) = \frac{C(n)b^{\frac{n}{2}}l^{-bx_{n+1}}t^{-\frac{n}{2}}l^{bt}}{\pi(b-i\omega)sh2hb}\int_{\prod} l^{-by_{n+1}} f(x-y)dy \times \begin{cases} 1+O(t^{-1}), & \text{if n is odd,} \\ 1+O(ln^{-1}t), & \text{. if n is even} \end{cases}$$

From this asymptotics, we see that $U(t,x)$grows exponentially as t → $+\infty$

4) $a = 0, b = 0,$ n≥ 2. Onda (5) − (7) məsələsinin həlli üçün t → $+\infty$ limit amplitudu prinsipi doğrudur, $n = 1$ olduqda bu höküm (5) tənliyinin sağ tərəfi ortoqonallıq şərti

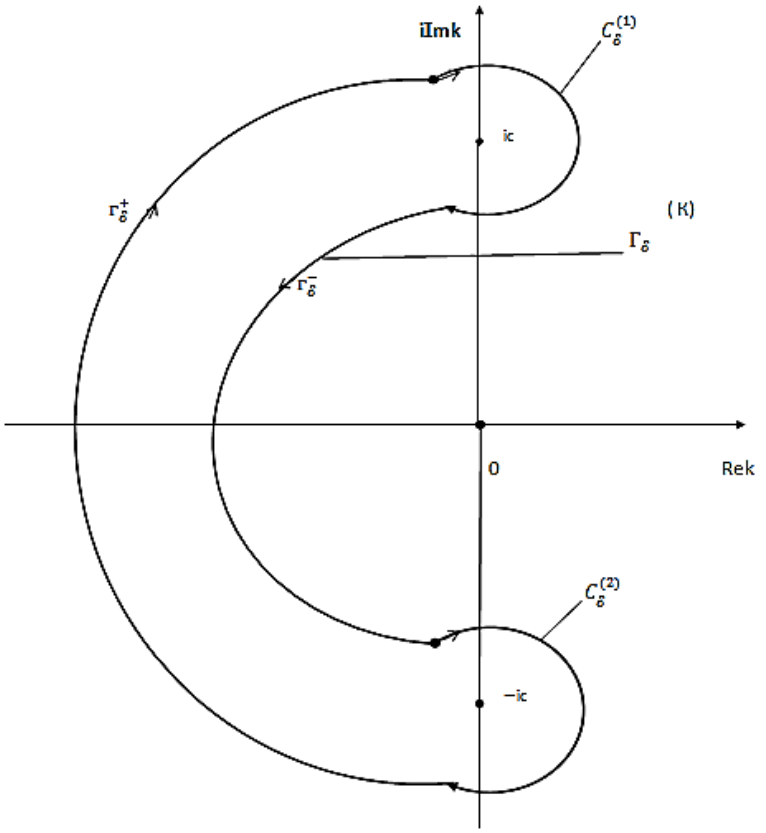
$$\int_{\prod} f(y)dy = 0,$$

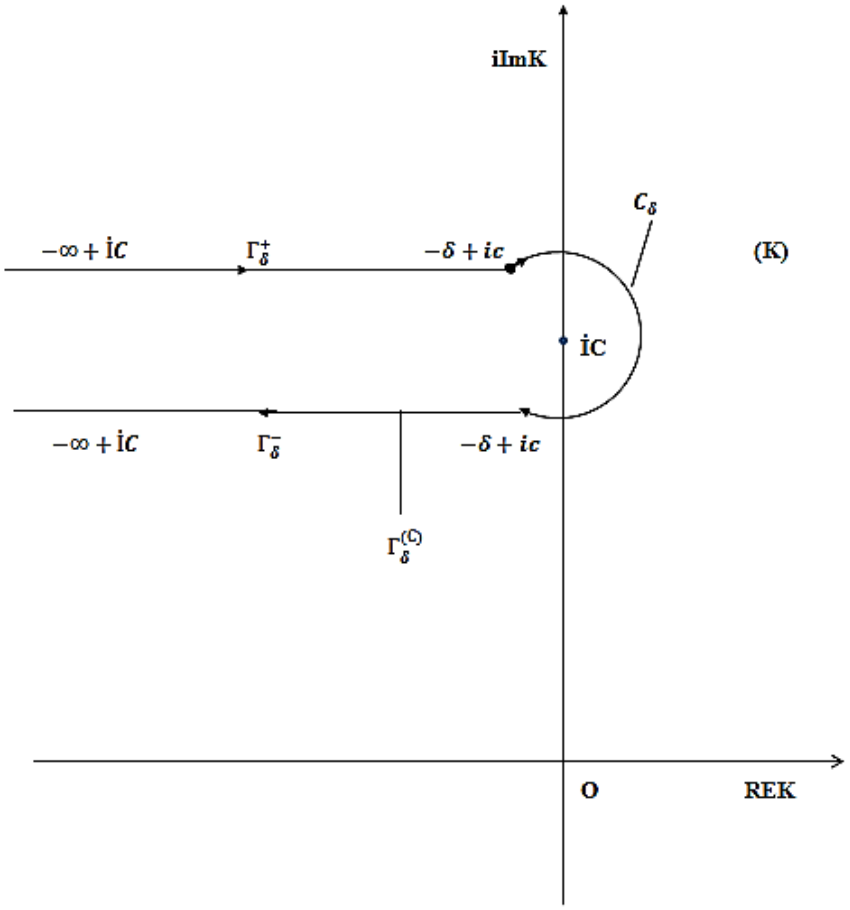
ödənildikdə doğrudur. *C(n)* – sabit ədəddir.

$a = 0,\ b = 0,\ n \geq 2.$ Then the t → $+\infty$ limit amplitude principle is true for the solution of problem (5) - (7), when $n = 1$, this rule is the orthogonality condition of the right side of equation (5)

$$\int_{\prod} f(y)dy = 0,$$

true when paid *C(n)* is a constant number.


iImk
$C_\delta^{(1)}$
ic
Γ_δ^+
(K)
Γ_δ
Γ_δ^-
0
Rek
$C_\delta^{(2)}$
−ic


iImK
C_δ
$-\infty + \dot{I}C$
Γ_δ^+
$-\delta + ic$
(K)
İC
$-\infty + \dot{I}C$
Γ_δ^-
$-\delta + ic$
$\Gamma_\delta^{(C)}$
O
REK

CONCLUSION

In this work, the existence and uniqueness of the solution of the mixed problem set when entering the time derivative boundary condition for the wave equation in the Multidimensional strip was studied

The Green's function of the boundary problem given by the impedance boundary conditions in the multidimensional strip was constructed and the principle of limit absorption was proved for this problem.

The existence and uniqueness of the solution of the previous problem included in the time-derivative boundary condition for the wave equation in a multidimensional strip has been proved.

The asymptotic divergence of the solution of the mixed problem included in the time-derivative boundary condition for the wave equation in the multidimensional strip is obtained when $t \to +\infty$.

REFERENCES

1. Brekhovskikh L. M. Waves in layered media. Moscow, “Science”, 1973, 341 p.

2. Sveshnikov A. G. The principle of radiation. DAN USSR, 1950, vol. 73, no. 5, pp. 917-920.

3. Sveshnikov A. G. The principle of limiting absorption for a waveguide. DAN USSR, 1951, v. 80, no. 3, p. 345-347.

4. Iskenderov B. A. Radiation principles for high-order elliptic equations in a cylindrical region. Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics. 1996, vol. 36, no. 1, pp. 73-91.

5. Borovikov V. A. Diffraction on polygons and monohedra. Moscow, “Science”, 1966, 455 p.

6. Vragov V. N. On a mixed problem for the wave equation in a layer with a time derivative in the boundary condition. Boundary value problems for non-classical equations of mathematical physics. Novosibirsk, 1989, pp. 100-109.

7. Suleymanov S. E., Mamedova Sh. D. Limiting absorption principle for the Helmholts equation in a many-dimensional layer with a general boundary conditions. Transactions of NAS of Azerbaijan, 2001, v.21, №4, p.129-137.

8. Suleymanov S. E. On amixed problem for wave equation in a many-dimensional layer with time derivative in boundary condition. Transactions of NAS of Azerbaijan, 2003, v.23, №4, p.73-83.

9. Iskenderov B.A. Mekhtieva A.I. Radiation principles for the Helmholtz equation in a multidimensional layer with impedance boundary conditions. Differential equations, 1993, v. 29, no. 8, pp. 1462-1464.

MULTIPLE INTELLIGENCE THEORY AND AI-SUPPORTED FOREIGN LANGUAGE EDUCATION: ENHANCING PERSONALIZED LEARNING METHODS

Arş. Gör. Dr. Barış DUVARCIOĞLU

Gazi University, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-2746-9883

ABSTRACT

Various approaches have been developed over years by educational institutions mostly aimed at helping people maximize their cognitive capacity. One such method is the Multiple Intelligence Theory Howard Gardner first presented in 1983. It recognizes that people are variedly gifted in many spheres and considers personal variations in schooling.

Modern globalization calls for a foreign language mastered in order to mingle with people from many cultural backgrounds and to communicate properly. Artificial intelligence (AI) driven educational solutions make learning foreign languages more efficient, personalized, and engaging than ever since technology is changing so fast. Among the ways that gamification, digital platforms, and data analytics enhance learning outcomes, motivation is raised, and learning a foreign language is made more enjoyable is gaming.

Among the tools that boost motivation, improve learning results, and change the experience of foreign language acquisition are digital platforms, data analytics, and gamification. Personalized feedback systems driven by artificial intelligence also let students mark their skills and preferred learning style. Still, this technological revolution does create certain ethical problems in connection to education. For which teachers should take time to reflect, these include data security, privacy, fair access to AI-powered systems, and possible reasons behind the incorporation of technology in language learning processes.

With artificial intelligence (AI), several of these ideas have fresh applications—particularly with relation to learning foreign languages. Based on this intelligence, the suite of artificial intelligence technologies can revolutionize the learning process by customizing personal learning gadgets that fit personalized and adaptable learning models—which are fundamental ideas of MI Theory. This project seeks to start a conversation on how the combination of MI with AI-assisted individualized LT frameworks improves and individualizes language acquisition—so furthering scholarly research and practical uses.

Keywords: Educational Technology, Foreign Language Education, Individualized Instruction, Gamification, Digital Platforms, Interactive Education, Multiple Intelligence Theory.

INTRODUCTION

Language instruction has to vary with the times to fit the challenged educational scene of recent years, enabling generational transition in the worldwide society. Mastery of other languages helps to improve cultural understanding and improves communication as cultures are more linked, therefore generating chances for both personal and professional development. Conventional approaches to foreign language instruction typically focus on cognitive skills such as grammar, vocabulary, and syntax, providing a uniform and relatively effective learning method that ignores the diverse ways individuals think and learn.

Proposed in 1983, Howard Gardner's Multiple Intelligence (MI) Theory offers a transforming perspective on the range of cognitive capacities within individuals and recognizes that intelligence is not a straightforward or homogeneous attribute; rather, it is a continuum of several skills. Gardner suggests in his theories that education is better when it fits the several strengths of ability and learning approaches of people.

But with artificial intelligence (AI), several of these ideas have fresh applications—particularly with relation to learning foreign languages. Based on this intelligence, the suite of artificial intelligence technologies can revolutionize the learning process by customizing personal learning gadgets that fit personalized and adaptable learning models—which are fundamental ideas of MI Theory. “In a study conducted to determine whether integrating artificial intelligence with oral language skills would help students develop their listening comprehension and speaking skills, the results indicated a statistically significant effect (Ghareeb, 2020).” AI-powered systems abound nowadays that provide dynamic learning environments capable of delivering individualized information, instantaneous feedback, and performance tracking while dynamically adjusting in real-time to fit the cognitive abilities of student attendees. AI allows for more individualized, interesting, and effective learning paths as well as a transformation of language acquisition by giving an experience unlike anything else. This research explores the junction of MI Theory and artificial intelligence technologies in foreign language instruction and how both these methods can cooperate during language acquisition by attending to the several cognitive and affective demands of students. Therefore, even if technology can improve education, we also have to recognize new issues such as data security, privacy, and fair access to AI resources.

THEORETICAL FRAMEWORK

Education systems changed over time using different strategies to maximize personal cognitive abilities. Howard Gardner claimed he discovered a means to make sense of this material in 1983 when developing a Multiple Intelligence (MI) Theory based on the knowledge that people have different kinds of intelligences that affect their perspective of the world and learning process. This is not in line with the conventional wisdom, which holds that intelligence is monolithic and unitary—that is, that there are several intelligences with distinct ramifications for learning. Among the nine intelligences Gardner notes are linguistic, logical-mathematical, spatial, bodily-kinesthetic, musical, interpersonal, intrapersonal, naturalistic, and existential. These intelligences can show themselves in many different ways that shape how, when, and to what purpose students work and play, think, and connect with one another and the surroundings. This approach in education emphasizes the need for realizing and using the plurality of cognitive talents in individuals.

The Precision of MI Theory Regarding Foreign Languages Foreign language education is especially essential for MI theory since learning a language is a difficult process that might profit from the interaction of several forms of intelligence. Historically, language training and education even concentrated on grammatical rules, vocabulary, reading and writing abilities, just linguistic intelligence. Gardner's idea lets other intelligences be incorporated, helping teachers to design relevant and successful classroom environments. Students who use this kind of intelligence often shine in language acquisition if their courses include rhythm, melodies, sound patterns, and so forth. By means of role-playing and physical exercises simulating real-world events, bodily-kinesthetic learners can acquire their skills and thereby improve vocabulary and speaking fluency. While communication can be initiated with a single click and appreciated through cooperative study projects for interpersonal learners, my fellow asocial individuals with an intrapersonal convention can easily engage in self-development exercises and receive personalized feedback to quickly learn a new language. Will you smile at learning a new language, schmooze and flourish in groups at a higher level on a larger scale?

Cantos, Giler, and Magayane (2023) claims that artificial intelligence is progressively taking front stage in education, particularly in English language teaching (ELT). Artificial intelligence has great potential to transform teaching tactics, tailor learning paths, and simplify school administration in search of the Education 2030 Agenda and the realization of SDG 4 (UNESCO, 2019). Although artificial intelligence offers a vast spectrum of possible benefits—personalized feedback, more involvement, access to resources—the authors stress that it is unlikely to completely replace human teachers. Artificial intelligence cannot mimic some of the abilities teachers possess: emotional intelligence, creativity, and flexibility. Nonetheless, as artificial intelligence develops is predicted to be essential in helping language acquisition and improving learning results at all skill levels. The fast advancement of technology—especially artificial intelligence (AI)—over the past few years has brought something new into the field of foreign language instruction. By designing adaptive tools for two generations that eventually connect

with the underlying MI Theory, you can have a tool to raise the basic learning level of the individual. By means of real-time data detection and tailored content based on cognitive skills, AI-laced learning environments can deliver individualized feedback. Learners get help where they need it and challenges where they are strong when this adaptability is in place. AI thus gives a learning experience more individualized, interesting, and successful character.

Students with linguistic intelligence, for example, flourish as artificial intelligence algorithms develop custom vocabulary workouts, reading comprehension activities, and conversational simulations scaled with their increasing capacity. For logical-mathematical pupils, AI can also offer rule-based tasks, including sentence creation or syntax challenges, therefore encouraging students to apply reason and logic during language acquisition. Visual language tools for spatial learners—who often excel using visual representations—allow us to use mind mapping, virtual environments, and infographics to help students arrange their knowledge of difficult language-related subjects. AI-powered gamification and interactive tools include kinesthetic learners—that is, those who physically interact with language practice—by means of role-playing and quick grammar and pronunciation feedback. Moreover, artificial intelligence's capacity to include music and rhythm into language courses will help students pick things up more quickly.

Leading actor in creating interpersonal intelligence, virtual language exchanges, debates, and group projects, artificial intelligence gives students chances to hone their communication abilities with other students. Conversely, artificial intelligence helps intrapersonal learners to create personal goals and evaluate their own development by means of self-reflection tools, progress monitoring, and customized feedback. Further bridging the gap between the language and real-world experience, a naturalistic learner can use artificial intelligence to synthesize materials pertaining to nature, the environment, and culture of the language.

“With the advancement of digital technology, its tools and applications have grown increasingly sophisticated, making it viable to employ them both within and beyond the traditional classroom environment, spanning formal and informal settings, all with the aim of enhancing student motivation (Arvanitis, P., Krystalli, P., Panagiotidis, P. 2018). Similarly ”in language education, artificial intelligence lets teachers be mentors and facilitators in customized learning paths where AI helps to improve taught methods. AI can enhance the classroom by offering information-driven suggestions on how to educate more deliberately and more precisely, therefore augmenting rather than substituting teachers. As artificial intelligence technology develops quickly, it will be better able to detect minute variations in students' learning patterns and provide customized intervention strategies to help with better language acquisition.

Still, this digital revolution in education raises certain ethical questions. Data security as well as privacy and fair access raise significant issues when applying artificial intelligence in language acquisition. Furthermore under question are who would have access to AI-based systems and if underfunded students or those from underprivileged backgrounds would have similar uses for such sophisticated learning tools. And what can we say about the push to include artificial intelligence into education as a means of financing educational institutions by use of student data? When using artificial intelligence in educational settings, educators, legislators, and technologists should carefully evaluate these ethical consequences to guarantee its appropriate and fair application.

According to Mwakapina (2024), the integration of AI in Tanzanian education systems has the potential to revolutionize educational practices by offering adaptive learning technologies and fostering interactive environments, though challenges like infrastructure and ethical concerns need to be addressed for optimal results. On essence, emphasizing the synergetic character of two psychological constructs—those of artificial intelligence and MI theory—this study shows that the interaction of AI and MI theory on the same level for foreign language learning offers a suitable, customized framework for how to acquire a foreign language. As MI theory suggests, the adaptability and real-time feedback given by artificial intelligence technology provide customized learning experiences fit to each student's particular cognitive profile. A higher sense of motivation, increased levels of engagement, and better ways learning takes shape all depend on gamification, tailored feedback, and interesting learning platforms. By concentrating on students and the technique of how they learn a language depending on

their cognitive strengths, AI-supported foreign perspectives on learning can finally be more world-wise and comprehensive to cover many learning processes. Concurrently, we have to carefully consider the ethical consequences of artificial intelligence's inclusion in learning environments in order to advance fair access to the advantages of these technologies for every student.

Conclusion and Discussion

Combining Multiple Intelligence (MI) Theory ideas with the application of Artificial Intelligence (AI)-supported tools in foreign language instruction marks one of the most important changes in the discipline. The MI Theory develops a complex, inclusive, and sensitive framework that responds to the several learning demands of students by acknowledging the spectrum of cognitive talents among them. When combined with the adaptive features of artificial intelligence systems, this method provides great opportunity for development in language acquisition for every learner through tailored teaching that fits individual cognitive profiles.

Being utilized in learning settings that might vary constantly depending on the speed and specialism of the pupils, artificial intelligence technology can examine real-time data. Learning in a favorable environment results from learners being more motivated depending on their dominant intelligences. For a kinesthetic learner with interactive, game-based activities that replicate real-life events, for example, what works for a linguistic learner generates tailored vocabulary drills. Defining a non-exhaustive list of areas in which artificial intelligence has occupied and impacted our daily life testates to the importance of implementing it in the world of education, including data tracked by AI, so enabling knowledge of the strengths and weaknesses of students, allowing these to be worked on, and so make learning a more personalized and concrete process. Furthermore, artificial intelligence can monitor development in real time and modify a student's course of instruction so that he or she is always challenged but never beyond what effort will allow.

The introduction of MI Theory in foreign language education with the aid of artificial intelligence tools is another means of supporting student motivation and their learning of another foreign language. By combining several learning tools—such as virtual environments for spatial learners, rhythm-based exercises for musical learners, and cooperative platforms for interpersonal learners—AI may tailor instruction thereby accommodating a greater spectrum of learning styles and interests. Therefore, making language instruction meaningful to students and raising their innate drive to keep on their education and development. They then commit themselves to learning the language using a progressive, encouraging strategy, and this results in more success in terms of fluency, competency, and cultural awareness.

Mwakapina (2024) states that AI technologies are seen as essential tools for personalizing education and improving learning outcomes, providing students with real-time feedback, and enhancing engagement. However, he highlights that AI should be used as a complement to, rather than a replacement for, traditional teaching methods. Like with the adoption of any new technology, this application of artificial intelligence in language instruction raises ethical questions ultimately. As artificial intelligence-based learning technologies are progressively becoming essential to the educational process, their use poses ethical questions about the collecting and processing of sensitive data including student performance and learning behavior. Policymakers, technologists, and teachers all have to correctly give safeguarding of this data from illegal access or usage top priority. "AI-powered language learning tools can also automate tasks like grading exercises and assessments, freeing time for more personalized teaching and addressing specific student needs" (Butarbutar, 2024). Access to AI-powered learning tools still presents a big obstacle as well. Though a digital divide may arise when underprivileged populations lack the means to apply these technologies, the possible effects of artificial intelligence on language learning can be amazing. Still, we have to ensure that every student, from any backgrounds or socioeconomic level, has access to AI-enhanced learning resources.

With MI Theory and AI technology, this chance is transforming in the framework of foreign language instruction. Language learning can become more involved, efficient, and effective by including language acquisition into customized learning environments appealing to our several intelligences. Whereas MI Theory increases cognitive variety to respond to the demands of the many, AI combines

complementarity with customization so that courses are matched to individual needs and the students receive focused feedback that allows them to build on their strengths and overcome weaknesses. By encouraging an inclusive, student-centric approach, this combined paradigm has the potential to greatly enhance language learning results in both official and informal education systems.

This study addresses how MI Theory can be efficiently combined with AI-supported individualized foreign language education to offer a strong, flexible, inclusive language learning environment. Having said that, we have to be aware of the ethical consequences and ensure that artificial intelligence technologies are being used sensibly, fairly, and hence justly—that is, only for the advantage of the student. Key are accessibility and inclusivity; by achieving this we can contribute to build a future in which learning languages is not only useful but also advantageous for every student.

NOTES AND ADVICE:

• Personalizing Routines of Learning

In order for artificial intelligence in education to succeed, teachers must have a positive perception of its value, since a negative perception or even a negative way of using it will have detrimental effects on education (Crompton, H. 2017).” By allowing teachers to customize courses to meet the cognitive strengths of their pupils, AI-powered tools can bring MI Theory into line with educational strategies. Teachers must equip AI systems to grow and change with every student, therefore addressing their particular learning pace and needs in their language acquisition process.

• Diversity of Learning Approaches and Kind of Intelligence

Teachers have to thus be aware that their pupils have diverse intelligences and apply several learning strategies in their classrooms. Therefore, AI tools have to use multimodal learning methodologies including many MI types, including linguistic, kinesthetic, interpersonal, and musical intelligences, and others that will enable every student to profit from the technology.

• Integrating Ethically with AI

Teachers, legislators, and engineers have to take ethical issues of AI integration into account as the spread of AI solutions permeates academic settings, especially with relation to data security, privacy, and fair access. These are only a handful of the fields where society will need to find clarity as the function of artificial intelligence in education grows.

• Education's Equity and Access

Regardless of location or socioeconomic situation, educational tools driven by artificial intelligence have to be accessible to every student. It is up to you to guarantee fair access to this type of communication data technology; otherwise, we are risking a digital divide of widening participation stakes between rich and poorer, underfunded, and underfunded areas and everyone else. You were built with the basic premise that AI will drive personalized learning.

• Instruction and teacher support

They need appropriate pedagogy based on MI and efficient use of AI-based instruments, with correct training in Using MI Theory, professional development initiatives should focus on how artificial intelligence technology may be included into language education. While artificial intelligence will function as a tool to enhance instruction, educators will be able to develop mentors and guides.

• Feedback Loop and Adaptive Learning

Using real-time feedback systems, the FlexiLearn model adapts AI platforms to let students track their success and change their course of study. These can involve focused assistance meant to enable students to overcome obstacles or shortcomings, therefore strengthening their abilities. The program helps users to self-correct and learn at their own pace by offering quick feedback, therefore building the required abilities to preserve the learning process.

• Projects involving educator-technology cooperation

Teachers, instructional designers, and artificial intelligence developers should cooperate to match AI technology with educational objectives. From my vantage point, the developers should work with the teachers, who let them know about the demands of the language learners so that the tools they create will be technological rather than pedagogical, and educational and flexible.

• Evaluating how artificial intelligence shapes learning results

Future research greatly depends on longitudinal studies looking at results of AI-assisted foreign language acquisition. Long-term research of these technologies should also take into account their effects on language competency, student involvement, and cultural understanding to ascertain whether they really improve language instruction.

• Interactive, gaming-driven learning

AI-powered gamification instruments: By making learning more dynamic and enjoyable, gamification techniques driven by artificial intelligence can assist raise motivation and involvement in language acquisition. Future studies and development initiatives should investigate fresh ideas for integrating game elements (such simulated language exchanges, competitive environments for mastering languages, and interactive narratives of languages) that will use this theory and can benefit students of different degrees.

• Encouragement of cultural relevance in ecosystems powered by artificial intelligence

Every step of learning any language should be connected to the meaning of the target language. Such artificial intelligence technologies have to be developed to offer culturally sensitive resources and promote cross-cultural awareness by including native and authentic uses of the language and motivating students to have real access to education.

All things considered, the combination of MI Theory and artificial intelligence (AI) in the context of foreign language education is quite helpful and is fast changing students for tailored learning, interaction, and language results. However, the ethical usage and development of these technologies always have to be first priority in making sure every student can thrive in the fast changing classroom. Should these suggestions be followed, teachers and technologists will be able to gather to provide a more accessible, tailored, and successful language education environment.

REFERENCES:

Ali, S. G. A. (2020). Using an Artificial Intelligence Application for Developing Primary School Pupils' Oral Language Skills. *اﻟﻤﺠﻠﺔ اﻟﺘﺮﺑﻮﻳﺔ ﻟﻜﻠﻴﺔ اﻟﺘﺮﺑﻴﺔ ﺑﺴﻮهاج*, 75, 110-67.

Arvanitis, P., Krystalli, P., & Panagiotidis, P. (2018). Technology as A Motivational Factor in Foreign Language Learning. *Volume 1*, 43-53.

Butarbutar, R. (2024). Artificial intelligence for language learning and teaching: A narrative literature study. *Englisia: Journal of Language, Education, and Humanities*, 12(1), 147-163. https://doi.org/10.22373/ej.v12i1.23211

Crompton, H. (2017). Moving toward a mobile learning landscape: Presenting an mlearning integration framework. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(2), 97-109. https://doi.org/10.1108/ITSE-02-2017-0018

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: A Theory of Multiple Intelligences.* New York: Basic Books.

Mwakapina, J. W. (2024). The role of artificial intelligence in the future of language teaching and learning practices in higher education. *Pan-African Journal of Education and Social Sciences*, 5(2), 106–122. https://doi.org/10.56893/pajes2024v05i02.08

Sotomayor Cantos, K. F., Varas Giler, R. C., & Castro Magayanes, I. E. (2023). Artificial intelligence in language teaching and learning. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7368

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FRENCH LANGUAGE TEACHING: TRANSFORMATION IN LEARNING AND ASSESSMENT PROCESSES

Arş. Gör. Dr. Barış DUVARCIOĞLU
Gazi University, Turkey
ORCID NO: 0000-0002-2746-9883

ABSTRACT

French as a second language instruction and learning have seen a dramatic change in recent years. Digitalization and artificial intelligence (AI) technologies have advanced this shift by changing conventional approaches to language acquisition and evaluation. AI-powered instructional materials force educators to reconsider their approaches and evaluation standards in as well as providing students with individualized learning experiences.

It is becoming more challenging to assess students' language proficiency due to the increasing popularity of online education, which has supplanted traditional classroom-based training with digital platforms. As digitalization and artificial intelligence technology impact evaluation processes at Turkish institutions, educators and students are finding it difficult to adapt to this new paradigm.

The objective of this research is to use a theoretical framework to investigate the effects of AI-assisted learning and assessment procedures in the setting of French as a foreign language. It compares traditional and digital evaluation techniques in an effort to examine how AI affects learning a foreign language, how pedagogical approaches have changed, and how instructional procedures have evolved.

Keywords: pedagogical transformation, digital education, learning methodologies, artificial intelligence, online education,

INTRODUCTION

Teaching French as a foreign language has become a basic need of contemporary educational institutions. Mastery of languages like French gives people more job possibilities, more social integration, and more cognitive flexibility as globalization promotes more cultural interaction and worldwide cooperation. Multilingualism is becoming more and more important in many different academic and professional environments as the globe gets more linked. As a result, researchers trying to create more efficient and interesting teaching strategies, legislators, and teachers themselves have paid close attention to language instruction. Thus, AI-supported foreign language learning environments are presented, which have to be investigated and developed as they may personalize learning experiences at a customized level by using big data and analyzes with the help of learning analytics (Schmidt & Strassner, 2022). Though most of them rely on naive adaptive aspects and do not provide intelligent personalizing, AI-powered language learning programs do exist for now. More complex AI-based language learning systems should be built on varied cooperative research and academic initiatives carried out by linguists, teachers, and computer scientists, the authors feel. AI is still in its early years for use in education, particularly in the field of foreign language learning, as more research and development are required to completely customize AI algorithms to meet the needs of a wide range of learners and promote individualized, student-centered learning.

Recent years have seen fast technical developments, especially in artificial intelligence (AI), fundamentally change French language instruction strategies. With the fast development of technology, the idea of artificial intelligence has grown to be a hotly debated topic employed in many spheres (Kuşçu & Aslan, 2015, p. 64). With its adaptive learning experiences, real-time feedback, and increased student involvement, AI-powered tools and platforms today provide creative answers to solve conventional

obstacles in language acquisition. These changes have changed the function of teachers and students as well as created more efficient and individualized learning surroundings.

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) are revolutionizing the field of language testing through enhanced accuracy, personalization, and adaptability in evaluating linguistic proficiency as mentioned by Stošič and Malyuga (2024) By use of advanced algorithms that may be tailored to the particular testing environment of the students, automated systems guarantee accuracy in evaluation. Transparency of AI-based language assessment, algorithmic bias, and data privacy still present difficulties nonetheless. Still, artificial intelligence could transform educational methods and language evaluation. AI will become a main tool for teaching language skills and helping teachers in all their activities based on the creative and ethical balance

With an eye toward its effects on learning and assessment procedures, this paper seeks to examine how artificial intelligence might influence French language training. It investigates how instruments driven by artificial intelligence affect pedagogical methods, student motivation, teacher competences, and educational policies. This study aims to give understanding of the present situation and future possibilities of artificial intelligence in French language teaching by analyzing the advantages and difficulties of AI integration in language education.

Theoretical Framework

In foreign language instruction and learning, artificial intelligence throughout the broad domains of research technology becomes progressively crucial. Usually more so, since tailored instruction inspired by AI-driven language learning systems may keep students learning at their pace and responding to their needs. When these technologies apply machine-learning algorithms to evaluate users in the language, highlight process problems and propose tailored resources, language learning becomes more successful and efficient.

Artificial intelligence is used in quite few applications to assist with language learning. Firstly:

Whether gamification, interactive exercises and points, adaptive learning, Duolingo stresses grammar and notoriety memory; or Babbel stresses creating courses on topics users would rather speak in, they go to in the real world and thus learn usable language skills directly related to their future setting.

With no translation, Rosetta Stone provides completely immersive visual and audio aids fit for a natural language experience.

Usually driven by artificial intelligence, these gadgets replicate French language professors using speech recognition technology in pronouncing corrections. Google's AI-based language evaluation tool and other AI-powered applications provide pupils immediate feedback on pronunciation, therefore improving their speaking ability. These developments show how fast, with individualized practice, instantaneous feedback, and interesting materials targeted at particular learner profiles, artificial intelligence might revolutionize language acquisition over the next years.

Since artificial intelligence uses more participatory and active approaches, it has transformed the way a teacher fulfills his/her responsibility. As technology-blended forms of education have evolved, conventional teaching methods have been combined with approaches stressing active student participation. Varsamidou (2024) investigates in the abstract below the opinions and attitudes of Greek foreign language teachers on the use, application, and pedagogical exploitation of artificial intelligence in the field of language education. The results show that teachers, who admit they are a new element they do not know how to include into their work, are looking for training to apply artificial intelligence. Although they agree that artificial intelligence is helpful for producing digital content, they are concerned about job stability, students' losing ability to think critically and creatively, and the risks of too depending just on synthetic knowledge. It lists issues including plagiarism, changes in handwriting, and cognitive development. Coupled with this mindset, there is also a great degree of mistrust and anxiety that has to be addressed by careful training and strict application policies when artificial intelligence is included into educational institutions.

Artificial intelligence (AI), for instance, may track student learning, identify areas needing more focus, and enable teachers to change their courses. Aydın and Zeinolabedini (2024) concentrate on students's opinions on including artificial intelligence (AI) into English as a Foreign Language (EFL) training; some of their major conclusions and advantages were as follows: They can help with pronunciation, error correction, feedback, summarizing, proofreading, etc., therefore offering equal opportunities, authenticity, and low reliance on this kind of instructional practice. AI technologies can help greatly during phases of language acquisition. While artificial intelligence helps to lower ground temperatures, its performance is based on empirical data from UP study up to October 2023 in addition to encouraging autonomy and flexibility of learning. Still, there are synthetic or false knowledge, no or less instruction, robotic learning, and data privacy concerns. The suggestions resulting from this study include improved digital literacy of students, reevaluation of teachers' obligations, and revised infrastructure to maximize the effective application of artificial intelligence in issues of EFL-learning.

Speaking of another major trend, gamification gives students points, badges, and competitive challenges to make them feel like they are playing a game, therefore raising their involvement. Gamification lets learning be more enjoyable that motivates ongoing practice and memory. Websites similar Kahoot! With such programs, as Verk and Quizlet use artificial intelligence to build interactive exams and flashcards for more spontaneous engagement and consistent solidification of linguistic fundamentals, also.

The COVID-19 outbreak hastened the use of AI-based learning tools, which emphasizes the importance of online learning systems in language instruction. Online class discussions were allowed using video conferences on Zoom and Microsoft Teams; artificial intelligence-powered analytics offered perceptive examination of student involvement and performance. Automated assessment technologies let professors assess language ability in a far more thorough sense and provide specific comments that let students monitor their shortcomings. These kinds of tools will assist to simplify the evaluation process by ensuring that assessment is judged fairly depending on facts that can produce learning outcomes.

Challenges and Considerations in AI Integration

Though AI has great promise, certain obstacles have to be solved if successful application of it in language instruction is to be enabled. The digital gap is one of the major hurdles since it results in uneven access to technology and connectivity for every student. AI-powered technologies could not be available to students in rural or economically deprived places with fewer resources, therefore aggravating educational access disparities. Policies and institutions might concentrate on accessibility through digital forms and spend accordingly in order to as much as possible avoid this.

A second main concern is insufficient digital pedagogical teacher training. Most teachers, however, have very limited experience using AI in the digital spheres most known to online classrooms and little official instruction in doing so. Implementing continuous professional development initiatives is a crucial first step towards removing this obstacle since it would equip teachers with the tools they need to scale the possibilities of artificial intelligence in teaching language. By means of seminars, certifications, and practical training courses, educators can progress their knowledge in AI-boosted teaching methodologies.

One more challenge that has to be solved is uncertainty about the student participation in online courses. Although enhanced with interactivity and personalization, AI tools could not be as inspiring for some students as the paced atmosphere of supervised learning in a real classroom. Using a diverse instructional method, fostering student peer interaction, and incorporating cooperative activities driven by artificial intelligence can all help passivate the students to keep excitement and involvement throughout the course. Gamified material and real-world applications should augment AI-based courses to keep students engaged and inspire them to participate actively.

At last, the ethical consequences of using artificial intelligence in educational environments have to be taken under consideration. These have to be managed carefully since over-dependence on automated judgments, possible algorithmic bias, and data privacy concerns can develop. Clear data security policies must be in place in institutions to prevent compromising student information at all. Moreover, artificial intelligence technologies have to be progressively acquired to maximize language learning results by

lowering related functional biases. Combining human knowledge with AI-driven innovations, teachers should harness the advantages of AI while making sure ethical norms are satisfied.

CONCLUSION

We have covered the transforming power of artificial intelligence tools for French language education, with particular attention to their ability to change the pedagogical scene in French language teaching methods, raise the learners' drive for French language learning, and change their homework. In those fields, AI-driven solutions have revolutionized everything from customizing to individual learning speeds and types to gamification keeping students involved to helping teachers better evaluate what to modify in their instruction. To maximize AI's potential in language learning, however, obstacles such digital inequity, insufficient teacher preparation must be carefully negotiated. Ethical issues also demand careful attention.

Looking ahead, artificial intelligence's influence in language education is expected to keep growing and bring in a time of more sophisticated, individualized, and experiential learning surroundings. Both teachers and students can gain from and help with empirical studies on AI-based language instruction; so, filling in this void in future research would be a worthy endeavor. Additionally injected and updated to assist digital transformation - constant teacher training programs, equitable access to AI-enhanced resources in the control of our children - normal educational policies should also be injected.

Language education can and must be improved upon with the correct approach to leveraging AI-powered innovations; foreign languages such French can become more accessible to a larger audience, so promoting student engagement and finally experience a positive impact in terms of quality results defined by a greater adoption of the language. This paper is meant to add to the ongoing conversation on artificial intelligence in language education by offering insightful analysis of its possible advantages, drawbacks, and future directions.

Inspired by Aslan and Kuşçu's (2023) constructivist method and mobile app analysis in French language instruction, this study investigates how technology shapes language acquisition. Based on CEFR-oriented applications, it underlines the importance of mobile apps as a fascinating alternative to natural immersion since they enable fun-based vocabulary acquisition. Apps like Duolingo, Babbel, and Mosalingua help students to retain new words in context so they may see, hear, and apply them. In essence, technology promotes the shift from remembering to the building of meaningful knowledge, a perspective of view fresh in the teaching of French as a second language.

NOT NOTES AND SUGGESTIONS

Enhanced Digital Accessibility

Universities should concentrate on their roles in solving problems with digital divide. This can entail helping students without access to a computer or tablet by means of borrowing programs or support. Institutions could also establish alliances with nearby companies and give remote learners discounted subscriptions as well as access to high-speed internet on campuses. Accessible learning—which should have a straightforward interface, linguistic assistance, and assistive technology compatibility—helps students with impairments as well.

Programs for teacher preparation

As artificial intelligence will mean cross-roads between the classroom and the effective application of both theoretical and practical matched with organized teacher training programs. Certifications programs, practical training courses, and seminars will equip them with AI-based teaching tools. be far more precise: You will get training in adaptive learning systems among other things. Customized content distribution and automated evaluation systems. Promote among teachers peer mentoring and professional learning community sharing as well.

Techniques for Student Engagement

Institutions are recommended to use gamification tools including leaderboards, badges, and point-based reward systems to guarantee that students remain driven and involved in the learning process by means

of these digital tools. Interactive tools include AI-driven chatbots, virtual simulations, and adaptive quizzes should also be part of learning to make materials and lessons more interesting and sensitive to the needs of every student.

AI-powered chatbots present a means to raise cultural awareness in language teaching, as Yalçın and Yağcı (2024) note in their research. They especially concentrate on the application of the Bing Chat AI for the acquisition of French savoir/savoir-faire in the preparation of upcoming French instructors. Based on important cultural elements—French cuisine, literature, history, and architecture—found in famous French textbooks such Le Nouveau Taxi A1, Francofolie A1, and Écho A1—the study evaluates the correctness of the chatbot's responses.

While acknowledging the ongoing issue in the literature of chatbots producing incorrect information, Yalçın and Yağcı (2024) investigate the ways in which AI-powered chatbots might help teachers and students. In this paper, they evaluate the correctness of the chatbot's responses for future French instructors by means of a comparison between Bing Chat AI as a tool for acquiring French cultural knowledge with the pertinent literature. As a result, they conclude that Bing Chat AI offers a fresh perspective on traditional teaching strategies and can operate as a partial directory in regard to the learning of French cultural material.

The findings show that although Bing Chat AI has limits in terms of efficacy, it has value as an additional learning tool in the cultural setting. The chatbot's responses were only half accurate, implying that while it can enhance traditional teaching, it is not enough by itself.

Moral Considerations

AI is being more and more used in the field of education; thus, institutions must have explicit data privacy policies to stop the improper use of student data. These rules should specify exactly how data is gathered, kept safely, and what rights consumers have about access to and deletion of their information. Using AI for assessments and recommendations has to be free from any algorithmic bias, hence ethical rules should also concentrate on guaranteeing fairness and inclusivity in AI-delivery environments. Institutions also have to advocate the teaching of digital ethics, consent, and the effects of how AI technology makes decisions impacting education by raising awareness of responsible usage of AI among instructors and students both.

Future Research Directions

Such variances are anecdotal, which begs the issue of how helpful AI-honed language pacing is for learners long-term. We need additional research in various contexts and demographics to make such call. Some areas of study could compare course retention rates, student result and involvement levels in AI augmented courses vs conventional courses, etc. By means of such cooperation, it is also evident that there is a possibility for significant pedagogical development by means of strategies to include the psychological and cognitive elements into AI-intersected learning environments for improved outcomes. At last, researchers and institutions may cooperate to develop standardized evaluation systems to assess the scalability and performance of AI-powered learning tools.

REFERENCES

Aydın, S., & Zeinolabedini, M. (2024). Integrating artificial intelligence into foreign language learning: Learners' perspectives. In Ş. Poyrazli (Ed.), *XI International Eurasian Educational Research Congress (EJERCONGRESS 2024) Conference Proceedings* (pp. 121-126). Kocaeli University.

Demirdöven, G. H., & Demir, S. (2023). Digital testing and assessment in foreign language teaching. In A. Okur & G. H. Demirdöven (Eds.), *Teaching digital Turkish as a foreign language* (pp. 843-905). Sakarya University. Retrieved from http://www.sakarya.edu.tr

Kuşçu, E. (2015). Çeviride yapay zekâ uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, 30*, 45-58.

Kuşçu, E., & Aslan, E. (2023). Yapılandırmacı yaklaşım ve mobil uygulamalarla Fransızca öğretimi/öğrenimi. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi, 36*, 1275-1290.

Schmidt, T., & Strassner, T. (2022). Artificial intelligence in foreign language learning and teaching. *Anglistik, 33*, 165-184. https://doi.org/10.33675/ANGL/2022/1/14

Stošić, L., & Malyuga, E. (2024). Application of artificial intelligence in language skills testing. *ANGLISTICUM Journal of the Association-Institute for English Language and American Studies, 13*, 22-34.

Varsamidou, A. (2024). Integration of artificial intelligence in foreign language teaching: Exploring views and beliefs of Greek foreign language teachers. *International Journal of Language and Literary Studies, 6*(3), 299-320.

Yalçın, P., & Yağcı, Ş. (2024). Fransız kültür edincinin kazandırılmasında yapay zekâ rehber olabilir mi? Bing Chat AI örneği. *Journal of Higher Education and Science, 14*, 308-327.

GEBELİKTE VÜCUT DİNAMİKLERİ VE FİZYOTERAPİ: AĞRI VE STRESİN MULTİDİSİPLİNER YÖNETİMİ

***Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU*[1]**

[1]*Kayseri Üniversitesi, İncesu Ayşe ve Saffet Arslan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Fizyoterapi Programı*

ORCID ID: 0000-0003-1014-8845

ÖZET

Gebelik, kadınların fiziksel, hormonal ve psikolojik açıdan önemli değişimler yaşadığı bir süreçtir. Bu değişiklikler, özellikle kas-iskelet sistemi üzerinde etkili olup bel ve pelvik ağrılar, postüral bozukluklar, pelvik taban disfonksiyonu ve artan stres gibi sorunlara yol açabilir. Bu çalışma, gebelik sürecinde yaşanan bu zorlukların fizyoterapi ve multidisipliner yaklaşımlarla nasıl yönetilebileceğini incelemektedir. Literatür taramaları, fizyoterapi uygulamalarının gebelikte ağrı ve stres yönetiminde etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle pelvik taban kas egzersizleri, prenatal dönemde üriner inkontinansın önlenmesi ve tedavisinde oldukça etkilidir. Bu egzersizler, hem doğum sırasında oluşabilecek komplikasyonların önlenmesine hem de doğum sonrası iyileşme sürecinin hızlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, fizyoterapistler tarafından uygulanan postüral düzenleme, manuel terapi teknikleri ve bireye özel egzersiz programları, gebelikle ilişkili ağrıların hafifletilmesinde önemli rol oynamaktadır. Fizyoterapinin bir diğer önemli faydası, gebelikte artan stres ve anksiyete düzeylerinin yönetimidir. Solunum egzersizleri ve gevşeme teknikleri, annenin psikolojik sağlığını desteklemekte ve doğum sürecine adaptasyonunu kolaylaştırmaktadır. Multidisipliner bir yaklaşımla ele alındığında, fizyoterapi uygulamalarının gebelik sürecindeki önemi daha da artmaktadır. Sonuç olarak, fizyoterapi gebelikte fiziksel ve psikolojik sağlığın korunmasında etkili bir araçtır. Anne adaylarının yaşam kalitesini artırmak ve sağlıklı bir gebelik süreci sağlamak için fizyoterapi hizmetlerinin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: gebelik, fizyoterapi, ağrı, prenatal rehabilitasyon, multidisipliner yaklaşım

ABSTRACT

Pregnancy is a period of significant physical, hormonal, and psychological changes for women. These changes, particularly in the musculoskeletal system, can lead to issues such as low back and pelvic pain, postural imbalances, pelvic floor dysfunction, and increased stress. This study examines how these challenges during pregnancy can be managed through physiotherapy and multidisciplinary approaches. Literature reviews highlight that physiotherapy plays a crucial role in the management of pain and stress during pregnancy. Pelvic floor muscle exercises, in particular, are highly effective in preventing and treating urinary incontinence during the prenatal period. These exercises also contribute to reducing the risk of complications during childbirth and accelerating postpartum recovery. Additionally, posture correction, manual therapy techniques, and personalized exercise programs provided by physiotherapists are essential for alleviating pregnancy-related pain. Another significant benefit of physiotherapy is its role in managing the increased stress and anxiety levels that often accompany pregnancy. Breathing exercises and relaxation techniques support the psychological well-being of expectant mothers and facilitate their adaptation to the childbirth process. When addressed within a multidisciplinary framework, the importance of physiotherapy applications during pregnancy becomes even more apparent. In conclusion, physiotherapy is an effective tool for maintaining physical and psychological health during pregnancy. To enhance the quality of life for expectant mothers and ensure a healthy pregnancy, the integration and accessibility of physiotherapy services should be prioritized.

Keywords: pregnancy, physiotherapy, pain, prenatal rehabilitation, multidisciplinary approach

GİRİŞ

Gebelik, kadın yaşamının hem fiziksel hem de duygusal açıdan en önemli dönemlerinden biridir. Bu süreçte vücuttaki anatomik, hormonal ve fizyolojik değişiklikler, anne adayının yaşam kalitesini etkileyen bir dizi sorunu beraberinde getirebilir. Gebelik boyunca artan kilo, hormonal dalgalanmalar ve vücudun doğuma hazırlık amacıyla geçirdiği adaptasyonlar, özellikle kas-iskelet sistemi üzerinde belirgin etkiler yaratır. Bel ve pelvik ağrılar, postüral bozukluklar, siyatik ağrıları ve pelvik taban kaslarındaki zayıflık bu sorunlardan sadece birkaçıdır (Kanakaris et al., 2011). Bu fiziksel zorluklara ek olarak, gebelikte yaşanan stres ve anksiyete düzeyindeki artış, hem annenin hem de bebeğin sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (Davenport et al., 2018).

Gebelikte fizyoterapinin önemi, anne adaylarının hem fiziksel hem de duygusal sağlığını korumaya yönelik sunduğu kapsamlı çözümlerden kaynaklanmaktadır. Fizyoterapistler, bireye özel egzersiz programları, manuel terapi teknikleri ve solunum kontrolü gibi yaklaşımlarla ağrıların azaltılmasına, pelvik taban sağlığının korunmasına ve stres yönetimine katkı sağlarlar. Örneğin, pelvik taban kaslarına yönelik egzersizler, doğum sırasında komplikasyon riskini azaltabilirken (Mørkved & Bø, 2014), solunum egzersizleri annenin gevşeme ve doğum sürecine daha iyi adapte olmasını destekler (Boyle et al., 2016).

Son yıllarda, fizyoterapinin gebelikte multidisipliner sağlık hizmetleri içerisindeki rolü üzerine yapılan araştırmalar, bu alandaki kanıta dayalı uygulamaların etkisini gözler önüne sermiştir. Özellikle prenatal dönemde düzenli olarak uygulanan fiziksel aktivitelerin, sadece annenin yaşam kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda doğum sonrası iyileşme sürecini hızlandırdığı gösterilmiştir (Guillemette et al., 2021). Ayrıca, fizyoterapistlerin diğer sağlık profesyonelleriyle iş birliği içerisinde çalışması, bireyselleştirilmiş ve bütüncül bir yaklaşımı mümkün kılmaktadır.

Bu derlemede, gebelik sürecinde vücut dinamiklerindeki değişiklikler ile bu süreçte yaşanan ağrı ve stresin fizyoterapi yöntemleriyle yönetimi ele alınacaktır. Konu, hem fiziksel hem de psikolojik boyutlarıyla incelenecek ve fizyoterapinin multidisipliner bir çerçevede nasıl bir rol oynadığına dair güncel kanıta dayalı uygulamalara yer verilecektir.

MATERYAL VE METHOD

Bu derleme çalışmasında, gebelik sürecinde vücut dinamiklerindeki değişimlerin neden olduğu ağrı ve stresin yönetiminde fizyoterapinin rolünü incelemek amacıyla güncel literatür taraması yapılmıştır. Araştırma, **PubMed, Web of Science ve Google Scholar** veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalara erişim sırasında 2020 ile 2024 yılları arasında yayımlanmış kaynaklar dikkate alınmış ve literatür seçimi için belirli anahtar kelimeler kullanılmıştır. Bu anahtar kelimeler arasında **"Gebelikte Fizyoterapi," "Prenatal Dönemde Ağrı Yönetimi," "Pelvik Taban Egzersizleri," "Multidisipliner Yaklaşım ve Gebelik" ve "Fizyoterapi ile Stres Yönetimi"** yer almıştır.

Literatür seçimi, belirlenen dahil etme ve dışlama kriterlerine göre yapılmıştır. Dahil etme kriterleri arasında, gebelik sürecinde fizyoterapi uygulamalarını ele alan klinik çalışmalar, prenatal dönemde ağrı ve stres yönetimiyle ilgili fizyoterapötik yaklaşımları inceleyen araştırmalar ve konuya yönelik sistematik derlemeler veya meta-analizler yer almıştır. Ayrıca, çalışmalarda fizyoterapinin gebelikle ilgili multidisipliner yaklaşımlar içerisindeki rolüne odaklanılması temel şart olarak belirlenmiştir. Seçilen çalışmaların İngilizce veya Türkçe dilinde yayımlanmış olması ve özgün veri içermesi de diğer dahil etme kriterleridir.

Dışlama kriterleri arasında ise gebelik dışındaki dönemlere odaklanan araştırmalar, fizyoterapi ile ilişkisi bulunmayan müdahaleleri konu alan çalışmalar ve yorum yazıları ya da görüş makaleleri yer almıştır. Ayrıca, yayımlanma tarihi 2020 öncesine ait çalışmalar da bu derlemenin kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu sayede, yalnızca güncel ve bilimsel anlamda geçerliliği yüksek makaleler değerlendirmeye alınmıştır.

Tüm taramalar ve makale seçim süreçleri iki bağımsız araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve olası anlaşmazlık durumlarında üçüncü bir araştırmacının görüşü alınarak mutabakat sağlanmıştır. Seçilen çalışmalar, metodolojik kalitelerini değerlendirmek amacıyla **PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)** yönergelerine uygun olarak analiz edilmiştir. Ayrıca,

derlemede ele alınan bulguların geçerliliğini artırmak için meta-veri analizi yaklaşımı kullanılarak sonuçlar detaylı bir şekilde yorumlanmıştır.

Bu yöntem, gebelik sürecinde fizyoterapinin ağrı ve stres yönetimindeki etkilerini değerlendirmek için literatürün kapsamlı ve sistematik bir şekilde analiz edilmesini sağlamıştır. Elde edilen veriler, gebelikte fizyoterapinin önemini multidisipliner bir bakış açısıyla ele almayı amaçlayan bu derlemenin temelini oluşturmuştur.

BULGULAR

Gebelik sürecinde fizyoterapi uygulamalarının ağrı ve stres yönetimindeki etkilerini ele alan çalışmalar, bu müdahalelerin hem fiziksel hem de psikolojik açıdan olumlu sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır. Gebelik boyunca kadınların yaşadığı fizyolojik, hormonal ve mekanik değişiklikler, kas-iskelet sistemi üzerinde yük oluşturmakta ve çeşitli ağrılara yol açabilmektedir. Literatür, bu sorunların yönetiminde fizyoterapinin önemli bir destekleyici yaklaşım olduğunu göstermektedir.

1. Pelvik Taban Kas Egzersizlerinin Etkisi

Gebelik sürecinde pelvik taban kaslarının zayıflaması sıkça görülen bir durumdur ve bu durum üriner inkontinans, pelvik ağrı ve doğum sırasında oluşabilecek yaralanmalara zemin hazırlayabilir. Romeikienė (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, pelvik taban kas eğitiminin hem gebelik sırasında hem de doğum sonrasında üriner inkontinansı önlemede ve tedavi etmede etkili olduğunu göstermiştir. Derleme, gebelik boyunca düzenli olarak uygulanan pelvik taban kas egzersizlerinin kadınların doğum sonrasında üriner inkontinans yaşama riskini azalttığını vurgulamaktadır. Bunun yanında, bu egzersizlerin pelvik taban sağlığını koruyarak doğum sırasında komplikasyonların önlenmesine katkı sağladığı belirtilmiştir.

Bir diğer çalışmada, Diz Teixeira ve ark. (2021), pelvik taban kas egzersizlerine ek olarak uygulanan vücut farkındalığı ve solunum egzersizlerinin hem pelvik taban sağlığını iyileştirdiğini hem de gebelik sürecindeki ağrıları hafiflettiğini belirtmiştir. Bu çalışmalar, fizyoterapinin hedef odaklı egzersiz yaklaşımlarının gebelikte yaygın olarak karşılaşılan sorunları azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.

2. Multidisipliner Yaklaşımlar ve Ağrı Yönetimi

Gebelikle ilişkili pelvik kuşak ağrısı, kadınların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen yaygın bir durumdur. Mathew ve ark. (2023) tarafından yapılan bir derleme, bu ağrının yönetiminde multidisipliner yaklaşımların önemine dikkat çekmiştir. Özellikle fizyoterapistlerin rolü, bu tür ağrıların giderilmesi için uygulanan manuel terapi teknikleri, egzersiz programları ve postüral düzenleme eğitimleriyle öne çıkmaktadır. Araştırma, fiziksel aktivite ve egzersiz temelli müdahalelerin ağrıyı azalttığını ve kadınların günlük aktivitelerinde fonksiyonel kapasitesini artırdığını ortaya koymaktadır.

Bunun yanı sıra, Guillemette ve ark. (2021) tarafından yapılan sistematik bir derleme, gebelik sırasında fiziksel aktivitenin doğum sonuçları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, gebelik sırasında düzenli olarak uygulanan fizyoterapi ve egzersiz programlarının, preeklampsi gibi gebelik komplikasyonlarının riskini azalttığı ve doğum sonrası iyileşmeyi hızlandırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, bu tür müdahalelerin doğum sırasındaki ağrı algısını azalttığına ve annenin psikolojik olarak kendisini daha güçlü hissetmesine yardımcı olduğuna dikkat çekilmiştir.

3. Stres Yönetimi ve Psikolojik Etkiler

Gebelik sürecinde fizyoterapi uygulamalarının sadece fiziksel sorunlara değil, aynı zamanda psikolojik faktörlere de katkı sağladığı görülmektedir. Danielli ve ark. (2022), gebelik sürecinde uygulanan fiziksel aktivitenin stres düzeylerini azalttığını ve gebelikle ilişkili anksiyete riskini düşürdüğünü ortaya koymuştur. Çalışma, fizyoterapi temelli solunum egzersizlerinin ve gevşeme tekniklerinin anne adaylarının stresle baş etme becerilerini geliştirdiğini ve doğum sürecine daha iyi adapte olmalarına yardımcı olduğunu göstermektedir.

Lu ve ark. (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada, fizyoterapistlerin prenatal dönemde uyguladığı gevşeme tekniklerinin, annenin stres düzeylerini azalttığı ve doğum sırasında daha rahat bir deneyim

yaşamasını sağladığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar, fizyoterapinin anne adaylarının psikolojik sağlığını destekleyen önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

4. Fiziksel Aktivitenin Genel Gebelik Sürecine Katkıları

Gebelik sürecinde uygulanan fiziksel aktivite ve egzersizlerin annenin genel sağlık durumu üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Guillemette ve ark. (2021) tarafından yapılan bir başka çalışmada, gebelikte düzenli egzersiz yapmanın sadece kas-iskelet sistemi üzerindeki olumlu etkilerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda anne adayının kardiyovasküler sağlığını iyileştirdiği ve doğum sonrası iyileşme sürecini hızlandırdığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, fizyoterapistlerin gebelikte güvenli egzersiz programları tasarlayarak hem annenin hem de bebeğin sağlık sonuçlarını iyileştirdiği vurgulanmıştır.

5. Literatürün Ortak Bulguları

Genel olarak literatür, gebelikte fizyoterapinin ağrı ve stres yönetimi üzerindeki etkinliğini kanıtlayan birçok çalışmayı içermektedir. Bu çalışmalar, fizyoterapistlerin gebelik sürecinde sunduğu multidisipliner yaklaşımların önemini ve bu yaklaşımların hem anne adaylarının hem de bebeklerin sağlık sonuçlarını iyileştirme potansiyelini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Gebelik süreci, kadınların fiziksel ve psikolojik açıdan birçok değişim yaşadığı bir dönemdir. Bu süreçte ortaya çıkan kas-iskelet sistemi ağrıları, pelvik taban disfonksiyonu, postüral bozukluklar ve stres gibi sorunların yönetiminde fizyoterapi önemli bir rol oynamaktadır. Pelvik taban kas egzersizleri, prenatal dönemde üriner inkontinans ve pelvik ağrıların önlenmesi ve tedavisinde etkili bulunmuş, solunum egzersizleri ve gevşeme teknikleri ise stres yönetimine katkı sağlamıştır.

Fizyoterapi uygulamaları, anne adaylarının yaşam kalitesini artırmakta ve doğuma hazırlık sürecini desteklemektedir. Multidisipliner bir yaklaşımla ele alındığında, fizyoterapinin gebelikte hem fiziksel hem de psikolojik sağlığı desteklediği görülmüştür. Bu nedenle, gebelikte fizyoterapiye erişimin artırılması ve kadınların bu konuda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

1. Boyle, R., Hay-Smith, E. J., Cody, J. D., & Mørkved, S. (2016). Pelvic floor muscle training for prevention and treatment of urinary and faecal incontinence in antenatal and postnatal women. Cochrane Database of Systematic Reviews, 11, CD007471.

2. Danielli, M., Gillies, C., Thomas, R. C., Melford, S. E., Baker, P. N., Yates, T., ... & Tan, B. K. (2022). Effects of supervised exercise on the development of hypertensive disorders of pregnancy: a systematic review and meta-analysis. Journal of Clinical Medicine, 11(3), 793.

3. Davenport, M. H., Ruchat, S. M., Poitras, V. J., Garcia, A. J., Gray, C. E., Jaramillo Garcia, A., & Meah, V. L. (2018). Prenatal exercise for the prevention of gestational diabetes mellitus and hypertensive disorders of pregnancy: A systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 52(21), 1367-1375.

4. Diz Teixeira, P., Alonso Calvete, A., Justo Cousiño, L. A., González González, Y., & Da Cuña Carrera, I. (2023). Update on physiotherapy in postpartum urinary incontinence: A systematic review. Archivos Españoles de Urología (Ed. impresa).

5. Guillemette, J., Babineau, J., Lamontagne, M. E., & Tremblay, M. P. (2021). Physical activity during pregnancy and its impact on pregnancy outcomes: A systematic review. Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada, 43(2), 186-194.

6. Kanakaris, N. K., Roberts, C. S., & Giannoudis, P. V. (2011). Pregnancy-related pelvic girdle pain: An update. BMC Medicine, 9, 15.

7. Lu, J., Zhang, H., Liu, L., Jin, W., Gao, J., Min, M., & Fan, Y. (2021). Meta-analysis of perinatal pelvic floor muscle training on urinary incontinence. Western Journal of Nursing Research, 43(6), 597-605.

8. Mathew, N., Nambiar, V. K., & Jyothi, G. S. (2023). Prevalence of pelvic girdle pain in pregnancy: A narrative review. Indian Journal of Physical Therapy and Research, 5(2), 120-124.

9. Mørkved, S., & Bø, K. (2014). Effect of pelvic floor muscle training during pregnancy and after childbirth on prevention and treatment of urinary incontinence: A systematic review. British Journal of Sports Medicine, 48(4), 299-310.

10. Romeikienė, K. E., & Bartkevičienė, D. (2021). Pelvic-floor dysfunction prevention in prepartum and postpartum periods. Medicina, 57(4), 387.

DİYABETLİ HASTALARDA EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNUN GLİSEMİK KONTROLE ETKİSİ

***Özge BAYKAN ÇOPUROĞLU*[1]**

[1]Kayseri Üniversitesi, İncesu Ayşe ve Saffet Arslan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Fizyoterapi Programı

ORCID ID: 0000-0003-1014-8845

ÖZET

Diyabet, dünya genelinde yaygın görülen ve ciddi komplikasyonlara yol açan kronik bir metabolik bozukluk olup, yönetimi multidisipliner yaklaşımlar gerektirmektedir. Bu çalışma, diyabetli bireylerde egzersiz rehabilitasyonunun glisemik kontrol üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. PubMed, Web of Science ve Google Scholar veri tabanlarında, 2020-2024 yılları arasında yayımlanmış çalışmalar taranmış ve glisemik kontrol, insülin duyarlılığı ve HbA1c düzeyleri gibi parametreleri değerlendiren araştırmalar incelenmiştir. Literatür bulguları, düzenli egzersiz uygulamalarının diyabet yönetiminde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Aerobik egzersizlerin glikoz metabolizmasını iyileştirdiği ve HbA1c seviyelerinde anlamlı düşüşler sağladığı belirtilmiştir. Direnç egzersizlerinin ise kas kütlesini artırarak metabolik hızı desteklediği ve glisemik kontrolü geliştirdiği saptanmıştır. Bununla birlikte, kombine egzersiz protokollerinin (aerobik ve direnç egzersizlerinin bir arada uygulanması), diğer egzersiz türlerine kıyasla daha üstün sonuçlar sağladığı ve HbA1c seviyelerinde %1.5'e varan azalmalarla ilişkilendirildiği gözlemlenmiştir. Egzersiz programlarının bireyselleştirilmesi ve sürekliliğin sağlanması, diyabetle ilişkili komplikasyonların önlenmesinde ve hasta uyumunun artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, dijital sağlık teknolojilerinin kullanımı, bireylerin fiziksel aktiviteye katılımını teşvik ederek yaşam kalitesini iyileştirmektedir. Sonuç olarak, düzenli ve bireyselleştirilmiş egzersiz uygulamaları, diyabet yönetiminde etkili bir tedavi yöntemidir. Bu bulgular, fizyoterapistlerin ve sağlık profesyonellerinin diyabetli bireylere yönelik multidisipliner yaklaşımlar geliştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışma, gelecekte yapılacak araştırmalar için önemli bir temel sunmakta ve egzersiz temelli tedavilerin diyabet yönetimindeki yerini güçlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: diyabet, rehabilitasyon, fizik tedavi, egzersiz, glisemik kontrol

ABSTRACT

Diabetes is a prevalent chronic metabolic disorder worldwide that leads to serious complications and requires multidisciplinary management approaches. This study aims to examine the effects of exercise rehabilitation on glycemic control in individuals with diabetes. A literature review was conducted using PubMed, Web of Science, and Google Scholar databases to evaluate studies published between 2020 and 2024, focusing on parameters such as glycemic control, insulin sensitivity, and HbA1c levels. Findings from the literature demonstrate that regular exercise programs are effective in diabetes management. Aerobic exercise has been shown to improve glucose metabolism and significantly reduce HbA1c levels. Resistance exercises, on the other hand, support metabolic rate and enhance glycemic control by increasing muscle mass. Notably, combined exercise protocols (incorporating both aerobic and resistance exercises) were found to yield superior outcomes compared to individual exercise types, with reductions in HbA1c levels of up to 1.5%. The individualization of exercise programs and the maintenance of regularity play a crucial role in preventing diabetes-related complications and enhancing patient adherence. Additionally, the use of digital health technologies promotes physical activity participation and contributes to improvements in the quality of life for individuals with diabetes. In conclusion, regular and personalized exercise programs are an effective therapeutic strategy in diabetes management. These findings emphasize the need for physical therapists and healthcare professionals to develop multidisciplinary approaches for individuals with diabetes. The study provides a significant

foundation for future research and highlights the critical role of exercise-based interventions in diabetes management.

Keywords: diabetes mellitus, rehabilitation, physical therapy, exercise, glycemic control

GİRİŞ

Diyabet, dünya genelinde sık rastlanan ve ciddi komplikasyonlarla seyreden kronik bir metabolik bozukluk olarak hem bireylerin hem de sağlık sistemlerinin karşısına çıkan önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. International Diabetes Federation (IDF) tarafından yayımlanan son verilere göre, 2021 yılı itibariyle dünyada 537 milyon yetişkin bireyin diyabet hastası olduğu tahmin edilmekte ve bu rakamın 2045 yılında 783 milyona ulaşması beklenmektedir (IDF, 2021). Diyabet, genellikle Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki ana kategoride incelenmektedir. Tip 1 diyabet, otoimmün bir mekanizma ile beta-hücre tahribatı sonucu insülin eksikliğiyle karakterize olurken, Tip 2 diyabet daha çok insülin direnci ve relatif insülin yetersizliği ile seyretmektedir (ADA, 2022).

Diyabetin yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektiren karmaşık bir süreci kapsamaktadır. Tıbbi beslenme tedavisi, farmakolojik yaklaşımlar ve fiziksel aktivite gibi birden fazla bileşen bu yönetim planını oluşturmaktadır. Bu bileşenlerden fiziksel aktivite ve egzersiz, diyabetin hem primer hem de sekonder yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır. Amerikan Diyabet Derneği'nin (ADA) 2022 yılında yayımladığı standartlara göre, düzenli egzersiz yapmak, glisemik kontrolün sağlanmasında temel bir strateji olarak kabul edilmektedir (ADA, 2022). Egzersiz, kas dokusunda glikoz alımını artırarak insülin duyarlılığını geliştirir ve uzun dönemde hemoglobin A1c (HbA1c) düzeylerini azaltarak diyabet komplikasyonlarının önlenmesine katkıda bulunur (Colberg et al., 2016; ElSayed et al.,2023).

Diyabetli bireylerde egzersiz programlarının tasarlanması ve bireyselleştirilmesi, etkili bir tedavi sürecinin anahtar unsurlarından biridir. Aerobik egzersizler, direnç egzersizleri ve kombine egzersiz protokollerinin glisemik kontrol üzerine olan etkileri literatürde geniş bir şekilde incelenmiştir. Aerobik egzersizler, kardiyovasküler dayanıklılığı artırırken, direnç egzersizleri kas kütlesini geliştirerek metabolik hızı desteklemekte ve insülin duyarlılığını iyileştirmektedir (Cuff et al., 2003; Sigal et al., 2007). Bununla birlikte, egzersiz programlarının yaş, cinsiyet, diyabet tipi ve bireyin fiziksel kapasitesi gibi bireysel farklılıklar göz önüne alınarak tasarlanması gerekmektedir (Colberg et al., 2016). Bu bağlamda fizyoterapistlerin, bireyselleştirilmiş egzersiz programları oluşturma ve hastaların tedaviye uyumunu artırma konusunda kritik bir rol oynadığı belirtilmelidir.

Egzersizin diyabetli bireylerdeki glisemik kontrol üzerine etkisi, sadece kan şekeri seviyelerini düzenlemekle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda insülin duyarlılığı, kilo kontrolü, kardiyovasküler sağlık ve genel yaşam kalitesine de olumlu yansımalar sağlamaktadır. Özellikle aerobik ve direnç egzersizlerinin bir arada uygulandığı protokollerin, HbA1c düzeylerinde anlamlı düşüle yol açtığı ve bu etkinin uzun dönemde devam ettiği bildirilmektedir (Kanaley et al., 2022). Bununla birlikte, diyabetik nöropati, diyabetik ayak sendromu ve obezite gibi diyabetle ilişkili komplikasyonları olan bireylerde, egzersiz programlarının dikkatli bir şekilde planlanması gerektiği unutulmamalıdır.

Bu çalışma, diyabetli bireylerde egzersiz rehabilitasyonunun glisemik kontrol üzerine etkilerini ele almakta ve literatürdeki bulguların derinlemesine bir analizini sunmayı amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, aerobik ve direnç egzersizlerinin glisemik kontrol parametreleri olan HbA1c, açlık kan şekeri düzeyi ve insülin duyarlılığı üzerindeki etkileri incelenecek; aynı zamanda bireyselleştirilmiş egzersiz yaklaşımlarının etkinliği ve uygulanabilirliği öne çıkarılacaktır. Bununla birlikte, egzersiz temelli yaklaşımların diyabetli bireylerin yaşam kalitesine olan katkıları da tartışılacaktır. Bu bağlamda çalışma, fizyoterapistlerin diyabet yönetimindeki önemli rolünü vurgulayarak sağlık profesyonellerine yol gösterici bir kaynak sunmayı hedeflemektedir.

MATERYAL VE METHOD

Bu derleme çalışmasında, PubMed, Web of Science ve Google Scholar veri tabanlarında, "Diyabetli Hastalarda Egzersiz Rehabilitasyonu", "Glisemik Kontrol ve Egzersiz", "Tip 2 Diyabet ve Fizyoterapi" anahtar kelimeleri kullanılarak 2020-2024 yılları arasında yayımlanmış çalışmalar taranmıştır. Tarama

kapsamında sadece tam metnine erişilebilen, hakemli dergilerde yayınlanmış ve insan katılımcılarla yapılan çalışmalar dahil edilmiştir. Literatür taraması sonucunda, diyabetli bireylerde egzersizin glisemik kontrol üzerindeki etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar, sistematik derlemeler ve meta-analizler değerlendirilmiştir.

Seçilen çalışmalar, aerobik egzersizler, direnç egzersizleri ve kombine protokollerle ilgili bilgileri içerirken, bireylerin HbA1c düzeylerindeki değişiklikler, açlık kan şekeri düzeyleri, insülin duyarlılığı ve yaşam kalitesine olan etkiler gibi önemli parametreler temel alınmıştır. Ek olarak, egzersiz programlarının bireyselleştirilmesinin önemi ve diyabetle ilişkili komplikasyonları olan bireylerde uygulanabilirlikleri de incelenmiştir. Çalışmanın metodolojisi, literatürdeki güncel gelişmeleri ve kanıta dayalı uygulamaları ortaya koymayı hedeflemektedir.

BULGULAR

Bu çalışmada incelenen literatür, diyabetli bireylerde düzenli egzersiz uygulamalarının glisemik kontrol üzerinde çok yönlü etkilerini ortaya koymaktadır. Bulgular, aerobik egzersizler, direnç egzersizleri ve kombine egzersiz protokollerinin glisemik kontrol ve diyabet yönetimi üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır.

Aerobik Egzersizlerin Glisemik Kontrole Etkisi

Aerobik egzersizlerin diyabetli bireylerde kan şekeri regülasyonunda önemli bir rol oynadığı, özellikle HbA1c seviyelerinde anlamlı düşüşler sağladığı bir dizi çalışma tarafından desteklenmiştir. ElSayed ve arkadaşlarının (2023) yürüttüğü meta-analiz, düzenli aerobik egzersizin Tip 2 diyabetli bireylerde HbA1c seviyelerini ortalama %0.66 oranında azalttığını göstermiştir. Aerobik egzersiz, kas dokusunda glikoz alımını artırarak ve insülin duyarlılığını iyileştirerek bu etkiyi sağlamaktadır. Ayrıca, bu egzersiz türü kardiyovasküler dayanıklılığı artırmakta ve diyabetle ilişkili komplikasyonların önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Reed et al., 2021).

Kanaley ve arkadaşlarının (2022) yürüttüğü bir randomize kontrollü çalışmada, haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik egzersiz yapan Tip 2 diyabetli bireylerde HbA1c seviyelerinin %1.0 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, aerobik egzersizin tek başına uygulanmasının, direnç egzersiziyle kombine edildiğinde sağlanan etkilerden daha az olduğu belirtilmiştir. Bu durum, kombine egzersiz programlarının daha kapsamlı faydalar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Direnç Egzersizlerinin Glisemik Kontrole Etkisi

Direnç egzersizlerinin, kas kütlesini artırarak ve metabolik hızı destekleyerek diyabet yönetiminde önemli bir role sahip olduğu vurgulanmaktadır. Lima ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında, haftada 3 gün direnç egzersizi uygulayan diyabetli kadınların HbA1c seviyelerinde %0.9 oranında azalma görülmüş ve bu bireylerin insülin duyarlılığında anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir. Bu bulgular, direnç egzersizlerinin glisemik kontrolü iyileştirme potansiyelini göstermektedir.

Direnç egzersizleri, özellikle diyabetik bireylerdeki kas-iskelet sistemi komplikasyonlarını önlemede ve genel fonksiyonel kapasiteyi artırmada da etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bireyselleştirilmiş direnç egzersiz programlarının, yaşlı bireylerde düşme riskini azaltmak ve kas gücünü artırmak için ideal olduğu belirtilmiştir (Janssen et al., 2021).

Kombine Egzersiz Protokollerinin Etkisi

Aerobik ve direnç egzersizlerinin kombine edilmesi, glisemik kontrol açısından daha üstün sonuçlar sağlamaktadır. Kanaley ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında, kombine egzersiz protokollerinin HbA1c seviyelerinde %1.5 oranında azalma sağladığı ve bu etkinin uzun süreli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, kombine egzersizlerin kardiyovasküler dayanıklılığı ve kas gücünü eş zamanlı olarak artırdığı, böylece diyabet yönetiminde daha geniş kapsamlı faydalar sağladığı rapor edilmiştir.

Egzersiz Sürekliliği ve Hasta Uyumu

Egzersiz uygulamalarında süreklilik ve hasta uyumu, glisemik kontrol üzerindeki etkilerin devamlılığı için kritik öneme sahiptir. Coomans de Brachène ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında, düzenli egzersiz alışkanlığı geliştiren bireylerin HbA1c seviyelerindeki iyileşmenin uzun vadede korunduğu

gösterilmiştir. Aynı zamanda, bireylerin fiziksel aktiviteye uyumunu artırmak için dijital sağlık teknolojilerinin (örneğin, mobil uygulamalar veya giyilebilir cihazlar) etkili bir araç olduğu belirtilmiştir (Janssen et al., 2021).

Egzersizin Diyabetle İlişkili Komplikasyonlar Üzerine Etkisi

Egzersiz, diyabetik nöropati, diyabetik ayak sendromu ve obezite gibi diyabetle ilişkili komplikasyonların önlenmesinde de önemli bir role sahiptir. Özellikle düşük yoğunluklu direnç egzersizleri ve denge antrenmanları, diyabetik nöropatinin neden olduğu denge sorunlarını iyileştirmede etkili bulunmuştur. Diyabetik ayak sendromu riskini azaltmak için ise, fizyoterapist gözetiminde yürütülen bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının önemi vurgulanmaktadır (Lima et al., 2022).

SONUÇ

Düzenli egzersiz uygulamaları, diyabetli bireylerde glisemik kontrolü iyileştirmek, insülin duyarlılığını artırmak ve HbA1c seviyelerini düşürmek için etkili bir yöntemdir. Aerobik ve direnç egzersizleri tek başına faydalı olsa da, kombine egzersiz protokollerinin daha üstün sonuçlar sağladığı görülmüştür. Ayrıca, bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının hasta uyumunu artırdığı ve diyabetle ilişkili komplikasyonların yönetiminde önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Sonuç olarak, fizyoterapi ve rehabilitasyon, diyabet yönetiminde önemli bir yer tutmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı egzersiz türlerinin etkilerini karşılaştırarak daha kapsamlı öneriler sunabilir. Bu bulgular, multidisipliner yaklaşımların diyabet tedavisindeki gerekliliğini vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

1. American Diabetes Association. (2022). Standards of medical care in diabetes. Diabetes Care, 45(Supplement_1).

2. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., et al. (2016). Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association joint position statement. Diabetes Care, 39(11), 2065-2079.

3. Cuff, D. J., Meneilly, G. S., Martin, A., et al. (2003). Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. Diabetes Care, 26(11), 2977-2982.

4. ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., ... & Gabbay, R. A. (2023). Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: Standards of care in diabetes—2023. Diabetes Care, 46(Supplement_1), S68-S96.

5. Janssen, J. A. (2021). Hyperinsulinemia and its pivotal role in aging, obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease, and cancer. International Journal of Molecular Sciences, 22(15), 7797.

6. International Diabetes Federation. (2021). IDF Diabetes Atlas (10th ed.).

7. Kanaley, J. A., Colberg, S. R., Corcoran, M. H., Malin, S. K., Rodriguez, N. R., Crespo, C. J., ... & Zierath, J. R. (2022). Exercise/physical activity in individuals with type 2 diabetes: a consensus statement from the American College of Sports Medicine. Medicine and science in sports and exercise, 54(2), 353.

8. Lima, J. E., Moreira, N. C., & Sakamoto-Hojo, E. T. (2022). Mechanisms underlying the pathophysiology of type 2 diabetes: From risk factors to oxidative stress, metabolic dysfunction, and hyperglycemia. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 874, 503437.

9. Coomans de Brachène, A., Scoubeau, C., Musuaya, A. E., Costa-Junior, J. M., Castela, A., Carpentier, J., ... & Eizirik, D. L. (2023). Exercise as a non-pharmacological intervention to protect pancreatic beta cells in individuals with type 1 and type 2 diabetes. Diabetologia, 66(3), 450-460.

10. Reed, J., Bain, S., & Kanamarlapudi, V. (2021). A review of current trends with type 2 diabetes epidemiology, aetiology, pathogenesis, treatments, and future perspectives. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 14, 3567-3602.

UMBİLİKUSA KADAR UZANARAK AKUT BATINA YOL AÇAN DEV ABDOMİNAL KİTLE: VAKA RAPORU

A GIANT ABDOMINAL MASS EXTENDING TO THE UMBILICUS AND CAUSING ACUTE ABDOMEN: A CASE REPORT

***Mehmet ÇOPUROĞLU*[1]**

[1]*Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Kayseri Şehir Hastanesi , Kayseri, Türkiye*

ORCID ID: 0009-0008-2375-6253

***Ayşe ŞAHİN*[2]**

[2]*Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Kayseri Şehir Hastanesi , Kayseri, Türkiye*

ORCID ID: 0009-0001-6064-9042

ÖZET

Uterin miyomlar, kadın genital sisteminin en sık görülen benign tümörleri olup, genellikle miyometrium kökenli monoklonal proliferasyon sonucu oluşmaktadır. Çoğu miyom asemptomatik seyretse de, boyutuna, lokalizasyonuna ve çevre dokulara yaptığı basıya bağlı olarak anormal uterin kanama, pelvik ağrı, idrar retansiyonu, sık idrara çıkma ve konstipasyon gibi semptomlara yol açabilmektedir. Dev miyomlar ise günümüzde etkin tanı ve takip yöntemleri sayesinde nadiren görülmekte ve tedavileri genellikle cerrahi olarak planlanmaktadır. Bu olguda, 51 yaşında kadın hasta, şiddetli karın ağrısı ve vajinal kanama şikayetleri ile başvurmuş, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleri sonucunda dev bir uterin miyom tespit edilmiştir. Transvajinal ultrasonografi ile tespit edilen pelvik kitleye ilişkin tam lokalizasyon ve ayrıntılı değerlendirme manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile sağlanmıştır. Preoperatif dönemde hastanın anemisi replasman tedavisi ile düzeltilmiş, operasyon göbek üstü midline insizyon ile gerçekleştirilmiştir. İntraoperatif incelemede, en büyük miyomun uterus yan duvarında ve intraligamenter olduğu gözlenmiş; uterus, overler, tüpler ve omentum usulüne uygun şekilde çıkarılmıştır. Mesane, metilen mavisi ile kaçak açısından kontrol edilmiş ve komplikasyon saptanmamıştır. Postoperatif dönemde hasta yakın takip edilmiş ve başarılı bir şekilde taburcu edilmiştir. Sonuç olarak, dev miyomu olan hastaların yönetimi multidisipliner bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Uygun preoperatif, intraoperatif ve postoperatif hazırlık ile mortalite ve morbidite oranları önemli ölçüde azaltılabilir. Bu tür olgularda tecrübeli cerrahi ekip, detaylı değerlendirme ve doğru müdahale, başarılı sonuçlar elde edilmesinde kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: dev uterin fibroid, akut karın, pelvik kitle

ABSTRACT

Uterine fibroids are the most common benign tumors of the female genital system, typically arising from monoclonal proliferation of the myometrium. Although most fibroids are asymptomatic, they can cause symptoms such as abnormal uterine bleeding, pelvic pain, urinary retention, frequent urination, and constipation depending on their size, location, and pressure on surrounding tissues. Giant fibroids are rare today due to advanced diagnostic and monitoring techniques, and their treatment is typically surgical. In this case, a 51-year-old female patient presented with severe abdominal pain and vaginal bleeding. A giant uterine fibroid was detected through physical examination and imaging studies. While transvaginal ultrasonography identified the pelvic mass, further detailed evaluation and localization were achieved using magnetic resonance imaging (MRI). During the preoperative period, the patient's anemia was corrected with replacement therapy, and surgery was performed via a midline incision above the umbilicus. Intraoperative findings revealed that the largest fibroid originated from the uterine lateral wall and was intraligamentary. The uterus, ovaries, fallopian tubes, and omentum were successfully removed. The bladder was evaluated using methylene blue for potential leakage, and no complications

were observed. Postoperatively, the patient was closely monitored and discharged in good health. In conclusion, the management of patients with giant fibroids requires a multidisciplinary approach. Adequate preoperative, intraoperative, and postoperative preparation can significantly reduce mortality and morbidity rates. A skilled surgical team, detailed evaluation, and proper intervention are essential for achieving successful outcomes in such cases.

Keywords: giant uterine fibroid, acute abdomen, pelvic mas

GİRİŞ

Uterin miyomlar, dünya genelinde kadınlarda en sık görülen benign tümörler arasında yer almaktadır. Genellikle reprodüktif yaşta ortaya çıkan ve premenopozal dönemde insidansı artış gösteren bu tümörlerin, menopoz sonrasında sıklığı belirgin şekilde azalmaktadır. Klinik olarak asemptomatik seyredebilecekleri gibi, büyüklükleri, sayıları ve lokalizasyonları doğrultusunda menstrüel düzensizlik, anemi, abdominal ve pelvik ağrı, kabızlık, pollaküri ve idrar retansiyonu gibi semptomlarla kendini gösterebilir (1).

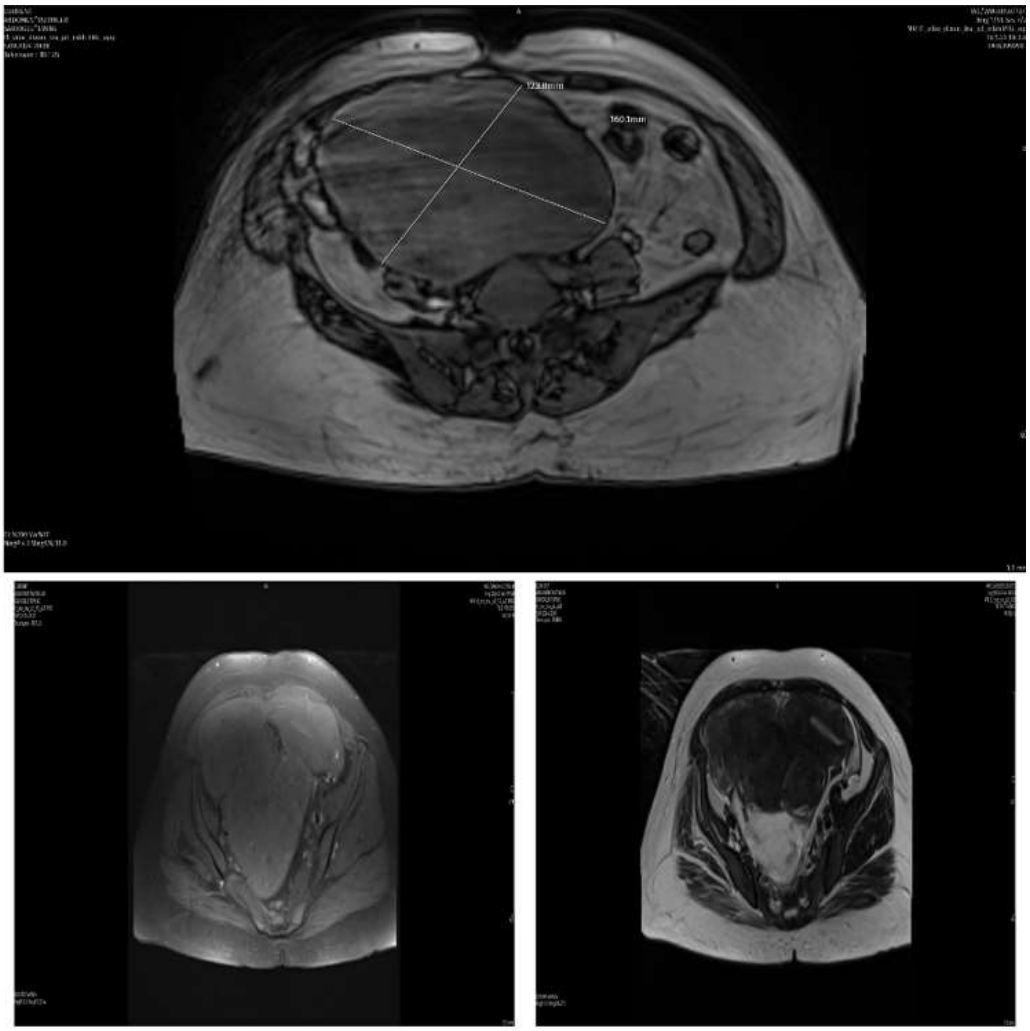
Günümüzde dev uterin miyomlar, gelişmiş tanı, izlem ve tedavi yöntemleri sayesinde özellikle gelişmiş ülkelerde nadir görülmektedir (2). Miyomların tanısında ve lokalizasyonlarının belirlenmesinde ultrasonografi en sık ve etkili yöntem olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, dev miyomların değerlendirilmesinde ek görüntüleme yöntemleri, preoperatif ve perioperatif yönetim açısından kritik öneme sahiptir. Detaylı preoperatif inceleme, etkili cerrahi tedavi ve perioperatif bakım ile başarılı postoperatif sonuçlar elde edilebilmektedir.

Erken evrede uterin miyomların tedavisinde, ağrı yönetimi, demir replasmanı ve oral kontraseptif kullanımı gibi konservatif yaklaşımlar öncelikli seçenekler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, konservatif yöntemlerin etkisiz kaldığı durumlarda cerrahi müdahale gerekli hale gelebilir (3). Miyomların etiyopatogenezi, genetik yatkınlığı olan miyometrial hücrelerde östrojen ve progesterona karşı artmış bir yanıtın tetiklediği monoklonal proliferasyon mekanizmasına dayanmaktadır (4).

Akut batın, ani başlangıçlı karın ağrısı ile karakterize, acil cerrahi müdahale gerektirebilecek bir klinik durumdur. Reprodüktif yaş grubundaki kadınlarda akut batın geliştiğinde, ayırıcı tanıda öncelikli olarak over torsiyonu, over kist rüptürü, ektopik gebelik rüptürü ve miyom dejenerasyonu gibi durumlar değerlendirilmelidir. Karın ağrısı şikayeti ile başvuran hastalarda bu olasılıkların göz önünde bulundurulması, erken tanı ve etkin tedavi açısından hayati önem taşımaktadır (5).

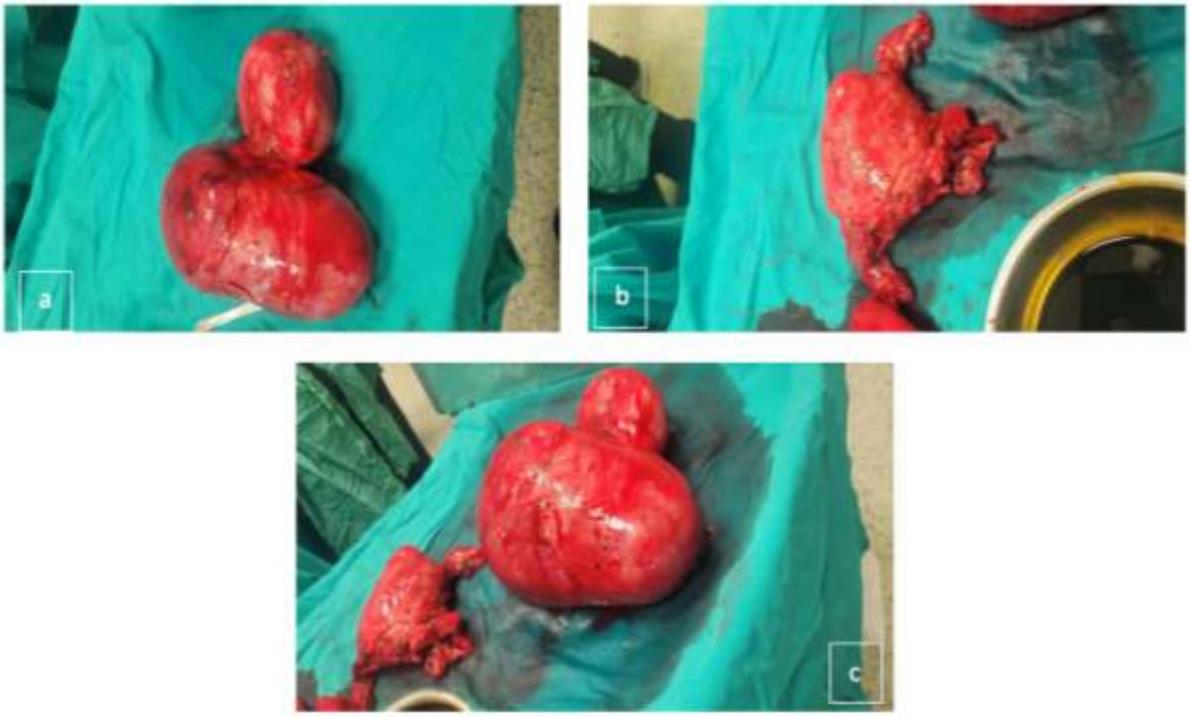
OLGU

51 yaşında evli kadın hasta, son bir haftadır giderek artan şiddetli karın ağrısı ve vajinal kanama şikayetleri ile Kadın Hastalıkları ve Doğum polikliniğine başvurmuştur. Özgeçmiş ve soygeçmişinde ek bir durum bulunmayan hastanın fizik muayenesinde, batında defans ve rebound tespit edilmiş olup, umblikus seviyesine kadar uzanan mobil olmayan büyük bir kitle palpe edilmiştir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) incelemesinde, uterusun pelvis anterioruna ve sol laterale bası yaptığı, endometriumun 6 mm, endometriyal bileşke zonunun ise 10 mm kalınlıkta izlendiği raporlanmıştır. Alt uterin segment ve serviks düzeyinde posterior duvardan köken alan, douglas boşluğunu dolduran ve pelvis sağ yarısını neredeyse tamamen kaplayan, makrolobüle konturlu, kistik alanlar içeren ve heterojen kontrastlanma gösteren büyük bir miyom ile uyumlu kitle saptanmıştır. Kitle boyutunun büyüklüğü ve kistik nekroze alanların varlığı nedeniyle ayırıcı tanıda STUMP düşünülmüştür. Ayrıca uterusta, ön duvarda 30 mm çapında subserozal ve arka duvarda en büyüğü 32 mm çapında birkaç miyom daha izlenmiştir.



Resim 1 :Umblikusa uzanan miyom

Transvajinal ultrasonografi incelemesinde, serviksin kitle basısına bağlı olarak net izlenemediği, tüm batını dolduran yaklaşık 16×20 cm boyutlarında, multipl myomatöz lezyonlarla uyumlu bir kitle saptanmıştır. Fizik muayenede, umblikus üstüne kadar uzanan, mobil olmayan pelvik kitle ile birlikte defans ve vajinal kanama tespit edilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda hastaya cerrahi müdahale kararı alınmış ve preoperatif dönemde 3 ünite eritrosit süspansiyonu ile 1 ünite taze donmuş plazma (TDP) replasmanı yapılmıştır. İntraoperatif eksplorasyonda, uterusun yan duvarından veya intraligamenter alandan köken aldığı düşünülen, yaklaşık 20 cm boyutunda bir kitle lezyonu görülmüş; bu kitle sağ retroperitoneal alan ve douglas boşluğuna oturmuş olarak palpe edilmiştir. Usulüne uygun şekilde total abdominal histerektomi (TAH), bilateral salpingo-ooferektomi (BSO) ve omentektomi gerçekleştirilmiştir. Batın içine bir adet dren yerleştirilmiş ve postoperatif takipte drenden herhangi bir drenaj gözlenmemesi üzerine dren, postoperatif 2. gün çekilmiştir. Hasta, postoperatif 4. gün taburcu edilmiştir. Patoloji incelemesi sonucunda, lezyonun dejeneratif değişiklikler gösteren leiomyom ile uyumlu olduğu tespit edilmiş olup, hasta düzenli aralıklarla kontrol altında tutulmaktadır.



a. Eksize edilmiş miyom, b. Total abdominal histerektomi materyali ; Uterus ve Overler,

c. Uterus ve dev miyom

TARTIŞMA VE SONUÇ

Miyomlar, kadın genital sisteminde en sık görülen benign jinekolojik tümörler olup, miyometrium kökenli monoklonal proliferasyon sonucu oluşurlar. Miyomlar, lokalizasyonlarına göre submukozal, intramural, subserozal ve transmural olarak sınıflandırılmaktadır (6). Miyomlarda farklı patofizyolojik süreçlere bağlı olarak çeşitli dejeneratif değişiklikler meydana gelebilir; bunlar arasında en sık görüleni hiyalin dejenerasyondur.

Tümörlerin semptom göstermeden dev boyutlara ulaşması, batın duvarının esnek yapısı, geniş hacmi ve miyomların genellikle yavaş büyüme hızına bağlanmaktadır. Literatürde rapor edilen en büyük miyom, postmortem otopsi ile tespit edilmiş olup, 63.3 kg ağırlığa ulaşmıştır (7).

Literatürde, 60.7 kg ağırlığındaki bir miyom uteri operasyonu gerçekleştirilmiş ancak hastanın pnömoni komplikasyonu nedeniyle ex olduğu bildirilmiştir (8). Bunun yanı sıra, son yirmi yıl içerisinde yapılan iki ayrı olguda, 40 kg ve 43.2 kg ağırlığında miyomlar komplikasyon gelişmeden başarıyla çıkarılmıştır. Olgumuzda ise çıkarılan miyomun ağırlığı 2.1 kg olarak ölçülmüştür.

Çoğu miyom olgusu asemptomatik olmasına rağmen, miyomların boyutuna, lokalizasyonuna ve çevre dokulara yaptığı basıya bağlı olarak semptomlar ortaya çıkabilmektedir. En sık görülen klinik bulgu, anormal uterin kanama olup (9), bunun yanı sıra nonsiklik pelvik ağrı, dismenore ve disparoni gibi semptomlar da sıkça karşılaşılmaktadır. Üreter veya mesane üzerindeki basıya bağlı olarak sık idrara çıkma, idrar retansiyonu veya inkontinans görülebilir. Rektum basısı durumunda ise konstipasyon şikayeti ön planda olabilir. Ayrıca, miyomlar tekrarlayan gebelik kayıpları ve infertilite gibi sorunlarla da ilişkilendirilmektedir (10). Bu vakada, hastamız uzun süredir devam eden ve son dönemde şiddetlenen karın ağrısı ile birlikte vajinal kanama şikayetiyle başvurmuştur.

Ayırıcı tanıda adenomiyozis, hematometra, gebelik, ovaryan kitleler ve uterin sarkomlar mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Leiomyomların leiomyosarkoma dönüşüm oranı tüm vakaların yalnızca %0,2'sinde görülmektedir (11). Ancak, benign ve malign ayrımı hiçbir görüntüleme yöntemiyle kesin olarak yapılamamaktadır. Miyom tanısında ilk tercih edilmesi gereken yöntem ultrasonografi olup, gerekli durumlarda miyom sayısı, lokalizasyonu ve kavite ile ilişkisini daha net değerlendirebilmek için ileri görüntüleme yöntemlerine başvurulması gerekebilir (12). Bu vakada, jinekolojik değerlendirme ve

ultrasonografi pelvik kitle tespitinde etkili olmuş ancak tam lokalizasyon hakkında yeterli bilgi sağlayamaması nedeniyle manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmış, böylece hasta ayrıntılı şekilde değerlendirilmiş ve ayırıcı tanılar göz önünde bulundurularak preoperatif hazırlık uygun şekilde tamamlanmıştır.

Miyoma uteri tedavisinde ekspektan tedavi, medikal tedavi, uterin arter embolizasyonu ve cerrahi tedavi gibi çeşitli seçenekler bulunmaktadır. Tedavi kararı, hastanın yaşı, fertilite isteği, klinik bulgular ve malignite şüphesi gibi faktörlere göre şekillendirilmelidir. Ancak dev miyom varlığında öncelikli tedavi seçeneği cerrahi yöntemdir. Dev miyom cerrahisinde intraoperatif mortalite oranı yaklaşık %16 civarında olup (13), kanama riskini en aza indirmek için seçilmiş olgularda pelvik anjiyografi ve arteriyel embolizasyon düşünülebilir. Bu tür vakalarda yeterli kan hazırlığı mutlaka yapılmalı ve preoperatif değerlendirmede anemik olan hastalarda replasman tedavisi uygulanmalıdır. Ayrıca, organ basısına bağlı komplikasyonlar (örneğin, renal veya respiratuar hasar) akılda bulundurulmalı ve multidisipliner bir yaklaşım benimsenmelidir. Bu tür cerrahiler, tecrübeli jinekolojik cerrahlar tarafından gerçekleştirilmelidir ve gerektiğinde diğer cerrahi branşlardan destek alınmalıdır. İntraoperatif vital bulgular yakın takip edilmeli ve kanama riskini en aza indirmek amacıyla kitle, bütünlüğü bozulmadan total olarak çıkarılmalıdır.

Olgumuzda cerrahi işlem öncesi hasta jinekolog-onkolog tarafından değerlendirilmiş ve operasyon kararı alınmıştır. Preoperatif dönemde, hastanın anemisi nedeniyle uygun replasman tedavileri yapılmıştır. Cerrahi girişim göbek üstü midline insizyonla gerçekleştirilmiştir. En büyük miyomun uterusun yan duvarında bulunduğu ve intraligamenter gelişim gösterdiği düşünülmüştür. Miyom dikkatlice disseke edilerek çıkarılmıştır. Mesanenin, uterusun ön duvarına yoğun yapışık olduğu görülmüş ve uygun şekilde disseksiyon gerçekleştirilmiştir. Operasyonda uterus, overler ve tüpler tamamen çıkarılmış ve omental eksizyon yapılmıştır. Mesane, metilen mavisi ile doldurularak herhangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilmiş, kaçak izlenmemiştir. Cerrahi işlem sonunda batın içerisine dren yerleştirilmiş ve usulüne uygun şekilde kapatılmıştır.

Sonuç olarak, dev miyomu olan hastalar, tecrübeli jinekolojik cerrahların liderliğinde, gerektiğinde farklı branşlardan cerrahların dahil olduğu multidisipliner bir yaklaşımla ele alınması gereken özellikli olgulardır. Bu tür vakalarda, uygun preoperatif, intraoperatif ve postoperatif hazırlık ve yönetim, mortalite ve morbidite riskini en aza indirmekte kritik öneme sahiptir. Gerekli şartlar sağlandığında, hem preoperatif değerlendirme hem de intraoperatif ve postoperatif süreçler olumlu sonuçlanmakta, böylece hasta güvenliği ve cerrahi başarısı artırılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Massive uterine fibroid: A diagnostic dilemma: A case report and review of the literature. (2021). Journal of Medical Case Reports, 15(344). https://doi.org/10.11866/s13256-021-02959-31

2. Aydın, C., & Özdemir, İ. A. (2015). Miyoma uterinin kliniği ve semptomları. Türkiye Klinikleri Journal of Gynecology and Obstetrics, 25(3), 143–148. https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-miyoma-uterinin-klinigi-ve-semptomlari-69005. html

3. Diagnosis and management of uterine fibroids: Current trends and future strategies. (2023). Journal of Basic & Clinical Physiology & Pharmacology, 34(3), 291–310. https://doi.org/10.1515/jbcpp-2022-0219

4. Wise, L. A., Laughlin-Tommaso, S. K., Katz, Z., Schneyer, A. L., & Stewart, E. A. (2016). Epidemiology of uterine fibroids: From menarche to menopause. Clinical Obstetrics and Gynecology, 59(1), 2–24.

5. Di Saia, P. J., & Creasman, W. T. (2017). Clinical gynecologic oncology. Elsevier Health Sciences.

6. Munro, M. G., Critchley, H. O. D., Fraser, I. S., & FIGO Working Group on Menstrual Disorders. (2011). The FIGO classification system (PALM-COEIN) for causes of abnormal uterine bleeding in nongravid women of reproductive age. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 113(1), 3–13.

7. Evans, A. T., III, & Pratt, J. H. (1979). A giant fibroid uterus. Obstetrics & Gynecology, 54(3), 385–386.

8. Catherino, W. H., Eltoukhi, H. M., & Al-Hendy, A. (2013). Racial and ethnic differences in the pathogenesis and clinical manifestations of uterine leiomyoma. Seminars in Reproductive Medicine, 31(5), 370–379. https://doi.org/10.1055/s-0033-1351782

9. Islam, M. S., Protic, O., Giannubilo, S. R., & Toti, P. (2013). Uterine leiomyoma: Available medical treatments and new possible therapeutic options. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 98(3), 921–934. https://doi.org/10.1210/jc.2012-3237

10. Pritts, E. A., Parker, W. H., & Olive, D. L. (2009). Fibroids and infertility: An updated systematic review of the evidence. Fertility and Sterility, 91, 1215.

11. Spanoudaki, A., Voulgaris, Z., Tsagkas, I., & Kanavou, T. (2008). Pedunculated uterine leiomyoma mimicking abdominal mass: A case report. Cases Journal, 1(1), 315. https://doi.org/10.1186/1757-1626-1-315

12. Mathew, R. P., Francis, S., Jayaram, V., & Anvarsadath, S. (2021). Uterine leiomyomas revisited with review of literature. Abdominal Radiology, 46(10), 4908–4926.

13. Kamińska, A., Wojtaś, M., Ruszała, M., Rechberger, T., & Gogacz, M. (2023). Management of giant myoma: Case report and literature review. Polish Annals of Medicine, 30(2).

İSTILIK ELEKTRIK STANSIYALARINDAN ATMOSFERƏ ATILAN ZƏRƏRLI QAZLARIN MIQDARININ HESABLANMASI

Gülmirə Allahverdi qızı Məmmədova

Əfsanə İsgəndər qızı Babayeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0002-4410-1105

XÜLASƏ

Bu məqalə İstilik Elektrik Stansiyalarından (İES) atmosfer havasına atılan zərərli qazların miqdarının hesablanması ,onların ətraf mühitə və insan sağlamlığına təsirləri,bu təsirlərin nəticəsində yaranan ekoloji problemləri araşdırır.İES-lərdən atılan tullantıların ətraf mühitə və insan sağlamlığına daha az zərər verməsi üçün yaşıl texnologiyalara keçid,alternativ enerji mənbələrindən istifadəni həmçinin zərərli qazların konsentrasiyasının azaldılması məqsədilə toz qaztutucu qurğuların müasir layihələndirilməsini nəzərdə tutur.

Bu layihələndirmə ilk növbədə zərərli qazların konsentrasiyasını azaltmağa,ətraf mühit və insan sağlamlığını qorumağa xidmət edir.Belə layihələndirmə sisteminin bir tərəfi yaşıl texnologiyalara bağlıdır.Tullantısız və ya az tullantılı texnologiyalardan habelə alternativ enerjidən istifadə atmosfer havasının qorunmasının prinsipcə ən ideal yollarından hesab olunur.

Açar sözlər: İstilik Elektrik Stansiyaları (İES),İES-lərdə tullantı,atmosfer havası, atmosferə atılan zərərli maddələr,bərk hissəciklər,kükürd-4 oksid,azot oksidləri,karbon 2-oksid,vannadium oksidləri, karbon izi, enerji səmərəliliyi, yaşıl iqtisadiyyat, tullantı qazların zərərsizləşdirilməsi, istehsalat tullantılarının azaldılması,alternativ enerji.

ABSTRACT

This article examines the calculation of the amount of harmful gases emitted into the atmosphere from Thermal Power Stations (PPS), their effects on the environment and human health, and the environmental problems resulting from these effects. , envisages the use of alternative energy sources, as well as the modern design of dust gas capture devices in order to reduce the concentration of harmful gases.

This design primarily serves to reduce the concentration of harmful gases, protect the environment and human health. One side of such a design system is related to green technologies. The use of waste-free or low-waste technologies as well as alternative energy is considered to be the most ideal way to protect atmospheric air in principle.

Keywords: Thermal Power Stations (PPS), waste in thermal power plants, atmospheric air, harmful substances released into the atmosphere, solid particles, sulfur-4 oxide, nitrogen oxides, carbon 2-oxide, vanadium oxides, carbon footprint, energy efficiency, green economy, waste gases neutralization, production waste reduction, alternative energy.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. Учебник, Москва, 2003. – 567 с.

2. Зырьянова У.П., Кузнецов В.В., Лазарев В.Н. Экономика природопользования и природоохранной деятельности. Учебное пособие, Ульяновск, УлГТУ, 2011. – 183 с.

3. Коныk О.А. Экономика и прогнозирование промышленного природопользования [Электронный ресурс]: учебное пособие: самост. учеб. электрон. изд. / О. А. Коныk; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар: СЛИ, 2013. http://lib.sfi.komi.com.

4. Крепша Н.В. Экономика природопользования: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Томск, Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 166 с.

5. Шимова О.С. Основы экологии и экономика природополь зования. Учебник, 2-е изд., перераб. и доп. Мн.: БГЭУ, 2002. - 367 с.

6. İbrahimov İ.H. Ətraf mühitin iqtisadiyyatı. Bakı, 2015. - 357

BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ VƏ ÇATIŞMAZLIQLARI

Fatimə Məmmədova

Mingəçevir Dövlət Universiteti,müəllim

https://orcid.org/0009-0001-0151-5343

XÜLASƏ

Baxmayaraq ki, bəzi inkişaf etmiş ölkələrdə bərpa olunan enerji mənbələri elektrik enerjisinin istehsalında əhəmiyyətli payda iştirak edirlər, lakin onlar hələ də enerji sektorunda üstünlük təşkil edən enerji resursu deyil. Hal-hazırda təxmin edilir ki, dünyada bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə 20%-i ötür və bu artmaqda davam edir. Ənənəvi elektrik sənayesində bərpa olunan enerji mənbələri əlavə enerji mənbələri kimi çıxış edir. Bərpa olunan enerji mənbələrinə artan investisiyaların və onların istismarının əsas səbəbi məhz ətraf mühitin mühafizəsi və dayanqlılığın ekoloji aspektləridir. Bu tədqiqat bütövlükdə bərpa olunan enerji mənbələrinin xüsusiyyətlərinin ətraflı dərk edilməsinə yardım etmək və mövcud ədəbiyyatı genişləndirmək məqsədi güdür. Eyni zamanda bu məqalənin məqsədi ümumilikdə bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsinin müsbət və mənfi tərəflərini müəyyən etməkdir. Beləliklə, məqalə elektrik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerjidən istifadənin çoxlu üstünlüklərini təqdim edir, məsələn, ətraf mühitin qorunması baxımından istixana qazı emissiyalarının azaldılması və ya innovasiyaların və texniki/texnoloji inkişafın təkmilləşdirilməsi. Elektrik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin müəyyən çatışmazlıqları da var, məsələn: hava şəraitindən asılılıq və ya aşağı enerji səmərəliliyi və aşağı elektrik enerjisi istehsal etmək qabiliyyəti və.s.

Açar sözlər: Bərpa olunan enerji mənbələri, ətraf mühitin mühafizəsi, alternativ enerjinin üstünlükləri, bərpa olunan enerjinin çatışmazlıqları, dayanıqlılığın ekoloji aspektləri

Giriş

Alternativ və ya bərpa olunan enerji növləri ənənəvi enerji növlərinə əlavə olaraq ortaya çıxır və bəzi inkişaf etmiş ölkələrdə enerji istehsalında əhəmiyyətli bir paya sahib olsalar da, hələ də enerji sektorunda üstünlük təşkil edən enerji mənbəyi deyillər. Qeyd etmək lazımdır ki, alternativ enerji növləri elektrik enerjisi istehsalı ilə yanaşı istilik enerjisi istehsalında da əhəmiyyətli rol oynayır. Elektrik/istilik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi ətraf mühiti istixana qazı tullantıları ilə çirkləndirmir və gələcəkdə məhdud fosil ehtiyatlarından istifadə etməyə imkan verir. Bu, investisiyaların artmasının və bərpa olunan enerji mənbələrinin mənimsənilməsinin əsas səbəbidir [1;2].

Alternativ enerji növlərindən istifadənin artması ayrı-ayrı milli iqtisadiyyatların artan iqtisadi inkişafının nəticəsidir (İqtisadi İnkişaf meyarı Beynəlxalq Valyuta Fondunun, Dünya Bankının və ya BMT-nin İnkişaf Proqramının təsnifatı ola bilər). Digər tərəfdən, alternativ enerji qurğularının istehsalı və istifadəsi enerji sektorunda yeni texnologiyaların inkişafına, sahibkarlığın inkişafına və nəticədə bütün iqtisadiyyata töhfə verir və onların bir-birlərinə qarşılıqlı təsirini təsdiqləyir [2;3].

Bərpa olunan enerji mənbələrinin təhlilində mövcud ədəbiyyatda onların ümumi istifadəsinin bir sıra üstünlükləri və mənfi cəhətləri təqdim olunur. Beləliklə, 2015-ci ildə tədqiqatçı Mohtasham hər hansı bir bərpa olunan enerjinin tətbiqinin davamlılıq təhlili tələb etdiyini və üç əsas komponentdən asılı olduğunu qeyd etdi ki, bunlar da ətraf mühitə təsir, xarici xərclər, iqtisadiyyat və maliyyələşdirmədən ibarət idi [16]. Bundan əlavə, 2009-cu ildə Çində Peidong və digərləri siyasətdə koordinasiya və ardıcıllığın olmaması, təşviq sistemindəki zəiflik və natamamlıq, innovasiyanın olmaması kimi bərpa olunan enerjinin inkişaf siyasətinin çatışmazlıqlarını qeyd etmişdirlər [18]. Digər tərəfdən, 2017-ci ildə Liu Çində bərpa olunan enerji siyasətinin təsirini və inkişaf strategiyasını araşdırdı [12]. 2017-ci ildə Maradin və başqaları bərpa olunan enerji texnologiyalarının müsbət və mənfi iqtisadi təsirlərini təhlil

etdilər. Onlar göstərdi ki, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə texnologiyaları iqtisadiyyatın stimullaşdırılmasında və təkcə enerji sektorunun deyil, həm də bu sahə ilə bağlı bütün yardımçı tədbirlərin inkişafında multiplikativ təsir göstərir. Bu texnologiyanın inkişafı həmçinin bərpa olunan enerji xərclərinin azaldılmasına da imkan verir. İnvestisiya xərclərinin azaldılması bərpa olunan enerji sektorunda rəqabəti də stimullaşdırır. Eyni zamanda, bərpa olunan enerji sektorundakı rəqabət yenidən xərclərin azaldılmasına və enerji şirkətlərinin səmərəli fəaliyyətinə də təsir göstərir [14].

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq deyə bilərik ki, bu məqalənin məqsədi təkcə külək enerjisi və ya günəş enerjisi kimi fərdi bərpa olunan enerji növlərini nəzərə almaq deyil ümumilikdə bütün bərpa olunan enerji növlərindən istifadənin üstünlüklərini və çatışmazlıqlarını müəyyənləşdirməkdir. Alternativ enerji növlərini təhlil edərkən bu məqalədə əvvəlcə alternativ, yəni bərpa olunan enerji növləri anlayışı müəyyən edilir, bundan sonra elektrik enerjisi istehsalı üçün bərpa olunan enerjidən istifadənin çoxsaylı üstünlükləri və mənfi cəhətləri izah olunur. Nəhayət, tədqiqatın nəticələri təqdim olunur.

Bərpa olunan enerji mənbələri

Texnika və texnoloji inkişafın indiki mərhələsində fosil yanacaqları dünyanın enerji tələbatının böyük bir hissəsini ödəyir. Enerji qaynaqlarının mövcudluğu, çirklənmə və istifadəsindəki məhdudiyyətlər barədə suallar olsa da, fosil yanacaqların önümüzdəki onilliklərdə, xüsusən də elektrik enerjisi istehsalı üçün əhəmiyyətli bir enerji mənbəyi olacağı gözlənilir. Bununla birlikdə, ətraf mühiti qoruyarkən və fosil yanacaqlarının gələcək nəsillərin istifadəsi üçün mühafizə edərkən artan qlobal enerji ehtiyaclarını ödəmək üçün fosil ehtiyatlarından asılı olmayan və ətraf mühitə məqbul təsir göstərən alternativ "təmiz" enerji mənbələri inkişaf etdirilir [5;7].

Alternativ enerji mənbələrinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi, ilk növbədə müxtəlif enerji mənbələri və seçimlərinin mövcudluğu və istifadəsini təşviq edən müxtəlif məqsədlər səbəbindən çətin bir işdir.

Ancaq sadə dillə desək, alternativ enerji mənbələri fosil ehtiyatlarına alternativ olan bütün enerji mənbələridir. Michaelides və Kovalski kimi bəzi müəlliflər nüvə enerjisinin alternativ enerji növlərinin mənbələrindən biri olduğunu və bununla bağlı ziddiyyətli fikirlərin olduğunu bildirsələr də, bu məqalədə bu cür yanaşmanın əsaslandırılması və ya problemləri təhlil edilmir və nüvə enerjisi alternativ enerji növləri kontekstində nəzərdən keçirilmir [10;15].

"Alternativ enerji formaları" ifadəsi ümumiyyətlə bərpa olunan enerjiyə istinad etmək üçün istifadə olunur. Bərpa olunan enerji mənbələri, təbii olaraq bərpa edilə bilən və ya təbiətdə bol olan davamlı bir qaynaq olaraq təyin olunur. Bərpa olunan enerji tükənməzdir, yəni enerjinin çevrilməsi prosesində istehlak edilməsinə baxmayaraq, onların miqdarı yalnız müvəqqəti olaraq azalır və həmişə kompensasiya edilə və ya bərpa edilə bilər [10;15].

Daha konkret olaraq, Neznikova və digər müəlliflər bərpa olunan enerji istifadəsinin son illərdə bir sıra üstünlüklər sayəsində əhəmiyyətli dərəcədə genişləndiyini iddia edirlər [17]:

- birincisi, enerji təhlükəsizliyi baxımından bərpa olunan enerji yanacaq qarışıqlarının şaxələndirilməsi üçün imkanlar təmin edə bilər;
- ikincisi, bərpa olunan enerjinin geniş yayılması ətraf mühitə təsiri azaldır (CO2 emissiyalarını və havanın çirklənməsini azaldır);
- üçüncüsü, bərpa olunan enerji mənbələri qlobal iqtisadi tənəzzülə cavab olaraq iqtisadi bərpa tədbirləri komplekslərində fəal şəkildə istifadə olunur;
- dördüncüsü, bərpa olunan enerji enerji əldə edilməsi problemini həll etmək üçün ən təsirli vasitələrdən biri ola bilər.

Bərpa olunan enerji mənbələri külək enerjisi, günəş enerjisi, hidroenerji, biokütlədən alınan enerji (bitki materialları), geotermal enerji (yerin istiliyi) və okean enerjisinə bölünə bilər ki, bu da dalğa enerjisi, qabarma və çəkilmələrin enerjisi və dəniz cərəyanlarının enerjisini əhatə edə bilər [13].

Çubraeva və Sergey kimi müəlliflərin araşdırmalarına əsasən qlobal bərpa olunan enerji istehlakının son on ildə təxminən 4 dəfə artdığı və hazırda 20% - dən çox olduğu və artmağa davam etdiyi təxmin edilir.

Bu baxımdan, məqalənin növbəti hissəsi bərpa olunan enerjinin ekoloji aspektini, yəni bərpa olunan enerji qurğusunun ümumi istismar dövrü ərzində fərdi bərpa olunan mənbələrdən istixana qazı tullantılarını və bərpa olunan enerji mənbələrindən əldə edilən digər üstünlükləri təhlil edir.

Bərpa olunan enerjidən istifadənin faydaları

Fosil enerji qaynaqlarının mövcudluğuna artan maraq və son onilliklərdə enerji tələbatının göstəricilərinin artması bərpa olunan enerji mənbələrini, xüsusən də elektrik enerjisi ehtiyaclarını ödəmək üçün əhəmiyyətli enerji mənbələrindən birinə çevrir. Ətraf mühitdən təbii, məhdudiyyətsiz enerji ehtiyatlarının elektrik enerjisinə çevrilməsi məqsədi ilə istifadəsi ekoloji cəhətdən təmin edilərkən, bərpa olunan enerji mənbələrinə istifadəsində, ilk növbədə ətraf mühitin qorunmasında çoxsaylı üstünlüklər verir. Bu, xüsusilə bərpa olunan enerjinin istixana qazı emissiyalarının və digər hava çirkliliyinin demək olar ki, sıfır faizini təşkil etməsi ilə izah olunur [6].

Elektrik enerjisinin istehsal fəaliyyətində müəyyən növ elektrik stansiyasının yaratdığı ətraf mühitin çirklənməsinin kompleks göstəricisi fərdi elektrik stansiyasının ümumi istismar müddəti ilə müəyyən edilə bilər. Müxtəlif növ elektrik stansiyalarının ümumi fəaliyyəti qiymətləndirildikdə, elektrik enerjisi istehsalında fosil yanacaqlardan istifadə edən istilik elektrik stansiyalarında istixana qazı emissiyalarının ən yüksək olduğu görülür. Nüvə enerjisindən istifadə edildikdə elektrik enerjisi istehsalının yan məhsulu olaraq istixana qazları əmələ gəlmir. Ancaq bu vəziyyətdə ətraf mühitə və insan sağlamlığına böyük təsir göstərən radioaktiv nüvə tullantıları unudulmamalıdır [6;9].

Bərpa olunan enerji mənbəyindən istifadə edən elektrik stansiyasının ümumi istismar dövrünə nəzər saldıqda, karbon dioksid (CO_2) ekvivalenti kimi ifadə edilən istixana qazı emissiyalarının miqdarının çox kiçik və ya əhəmiyyətsiz olduğu görülür. Ümumi istismar dövrü ərzində külək və ya su enerjisi kimi ənənəvi bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə edən elektrik stansiyaları cüzi miqdarda istixana qazı emissiyaları buraxır ki, bu da onların ekoloji cəhətdən məqbul olduğunu təsdiqləyir [10;11;13].

Bərpa olunan enerji mənbələrindən elektrik enerjisi istehsalının təşviqi üçün əsas arqumentlərdən biri olan ənənəvi fosil yanacaq növlərinin yandırılması nəticəsində ətraf mühitin çirklənməsinin yaratdığı mənfi xarici təsirlərdir. Ekoloji cəhətdən təmiz enerji ehtiyatları olmaqla, bərpa olunan enerji mənbələri əsasən enerji təchizatı sistemində mövcud olan ənənəvi elektrik stansiyalarına əlavə elektrik enerjisinin verilməsində əlavə dəstək kimi istifadə olunur. Bu, eyni miqdarda elektrik enerjisi istehsal etmək üçün adi elektrik stansiyasında istehlak ediləcək fosil- qalıq yanacaq enerjisinin azalmasına birbaşa təsir göstərir. Həmçinin, bərpa olunan enerji mənbələri ilk növbədə elektrik enerjisindən asılılığı azaldır, həm də zəruri qalıq enerji resurslarının – elektrik enerjisi istehsal edən yanacaqların idxalını azaldır [7;8].

Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin başqa bir üstünlüyü iqtisadi inkişafın, yəni enerji sektorunun inkişafının və bu sahə ilə bağlı bütün əlaqəli fəaliyyətlərin stimullaşdırılmasında özünü göstərir. Bərpa olunan enerji mənbələri, sənayesi texnoloji yeniliklərə əsaslanan enerji maşınları və avadanlıqları istehsal edə bilən ölkələrə, xüsusən də onların ixracı üçün əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir [3;5].

Yeni bazar strukturlarında texniki/texnoloji dəyişiklikləri təşviq edən yeniliklər bərpa olunan enerjidən istifadənin ən vacib üstünlüyü kimi müəyyən edilmişdir. Əslində, innovasiyalar bərpa olunan enerji sektorunda biznes proseslərinin təkmilləşdirilməsinə və iqtisadi artıma səbəb olan yeni texnoloji proseslərlə bağlıdır. Həmçinin, texnoloji dəyişikliklər və yeniliklər, eləcə də tədricən bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı ixtisaslı işçi qüvvəsi üçün tələbi birbaşa artırır [9].

Yuxarıda göstərilənlərə əlavə olaraq ətraf mühitin qorunmasına və davamlı inkişafa kömək edən siyasi tədbirlər də vurğulanır. Belə tədbirlərdən biri də iqtisadi inkişafı, enerji siyasətini və planlaşdırmanı milli iqtisadiyyatların idarə edilməsinin yeni bir sahəsinə birləşdirən enerji istifadəsinə əsaslanan iqtisadi inkişafdır. Enerjiyə əsaslanan iqtisadi inkişaf, iqtisadi və enerjinin planlaşdırılması və inkişafı sahəsində qərar qəbul edən şəxslərin, hökumət rəsmilərinin və digər dövlət orqanlarının, enerji tənzimləyicilərinin, sənaye nümayəndələrinin və digər bazar iştirakçılarının yeni iş yerlərinin yaradılması, məşğulluğun təmin edilməsi və regionun rifahını təşviq edəcək şəkildə enerji səmərəliliyini və ya enerji resurslarının şaxələndirilməsini artırmağa meylli olduğu proses kimi müəyyən edilir [8;9]. Enerjiyə əsaslanan iqtisadi inkişaf konsepsiyasının mahiyyəti iqtisadiyyatın və enerji inkişafının ehtiyaclarını ödəməkdir. Beləliklə,

əsas hədəflər enerji səmərəliliyinin artırılması, mənbələrin şaxələndirilməsi və özünü təmin etmə, sənayenin və iqtisadi böyümənin və inkişafın yaxşılaşdırılması, sahibkarlığın inkişafı, texnoloji yeniliyin təşviqi, məşğulluq və ixtisaslaşma səviyyəsinin artırılması və s. Təmiz "yaşıl" texnologiyaların inkişafında qabaqcıl ölkələr sənayedə regional və ya hətta qlobal lider olmaq imkanına malikdirlər. Burada Almaniyanı nümunə göstərmək lazımdır, çünki bu ölkə bərpa olunan enerji texnologiyalarının ixracında liderdir [8;15].

Ekoloji faydalar, fosil yanacaq istehlakının azaldılması və idxaldan asılılıq, iqtisadi inkişafın təşviqi və məşğulluğun artırılmasına təsir baxımından bərpa olunan enerjinin istifadəsinin bir çox faydasına əlavə olaraq, kənd yerlərində bərpa olunan enerjinin mövcudluğu onların iqtisadi inkişafına və ümumiyyətlə sivilizasiyanın elektrik enerjisinə olan tələbatının ödənilməsinə kömək edə bilər. Bu mühit, əsasən, bu sahədə alternativ inkişaf layihələrinin olmaması səbəbindən bərpa olunan enerji mənbələrinə investisiyalar üçün xüsusilə əlverişlidir. Beləliklə, bərpa olunan enerji mənbələri ucqar kəndlər və ya adalar kimi elektrik şəbəkəsinin inkişaf etmədiyi və ya mövcud olmadığı ərazilərdə çox ehtiyac duyulan elektrik enerjisini təmin edir [4;11].

Bununla belə, qeyd etmək lazımdır ki, bərpa olunan enerji mənbələri həmişə əlavə miqdarda elektrik enerjisinin verilməsində ən yaxşı həll yolu deyil və onların elektrik şəbəkəsinə çatdırılmasında müəyyən çatışmazlıqlar və çətinliklər var ki, bunlar məqalənin sonrakı hissəsində təqdim olunur.

Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin çatışmazlıqları

Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin çoxsaylı üstünlükləri ilə yanaşı, onların gündəlik istifadəsində müəyyən çatışmazlıqlar və məhdudiyyətlər var. İlk növbədə təbii xüsusiyyətlərinə görə bərpa olunan mənbələr tamamilə coğrafi mövqedən və hava şəraitindən asılıdır, yəni bərpa olunan mənbənin dəyişkənliyi və gözlənilməzliyi elektrik enerjisinin istehsalında əhəmiyyətli məhdudiyyət və çətinlik yarada bilir. Bu məhdudiyyət keyfiyyətli planlaşdırma və konkret bərpa olunan enerji mənbəyi üçün ehtiyatlı yer seçimi, həmçinin ölçmələr aparmaq və ətraf mühitin mühafizəsi üzrə tədqiqatlar aparmaqla aradan qaldırıla bilər [10;11].

Bərpa olunan enerji mənbələrini ənənəvi fosil enerji mənbələri ilə müqayisə etsək, bərpa olunan mənbələr fosil yanacaqla işləyən elektrik stansiyaları ilə eyni miqdarda elektrik enerjisi istehsal edə bilmirlər. Bu çatışmazlığı azaltmağa çalışmaq üçün bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafına investisiya qoymağa davam etmək və yalnız bərpa olunan enerjidən istifadə edən daha çox elektrik stansiyası tikmək lazımdır.

Böyük sahə əhatə etməsilə yanaşı, bərpa olunan enerji mənbələri su ehtiyatları və külək stansiyaları xaricində nisbətən daha aşağı enerji səmərəliliyinə malikdir. Elektrik enerjisi istehsalının səmərəliliyi, müəyyən bir vaxt vahidində bir istehsal müəssisəsində istehsal olunan elektrik enerjisinin faydalı istehsalı ilə eyni zamanda istehsal müəssisəsinə verilən enerji ehtiyatlarının enerji dəyəri arasındakı nisbət kimi müəyyən edilə bilər.

Təbii xüsusiyyətlərinə və enerjinin mövcudluğuna görə, bərpa olunan mənbələr ilə işləyən zavodlar qalıq-fosil yanacaqlarla işləyən elektrik stansiyaları ilə müqayisədə ümumiyyətlə tam gücdə (maksimum istifadə olunan gücdə) 1 il ərzində saatlarla daha qısa müddət ərzində işləyir. Məsələn, bir təqvim ilinin 8760 saat olduğunu nəzərə alaraq, kömür və ya qazla işləyən elektrik stansiyaları və nüvə elektrik stansiyaları (tam) ilə orta hesabla 7500 saat/il işləyə bilər, bərpa olunan enerji mənbələri isə (külək və ya günəş enerjisi) orta hesabla maksimum gücdə yalnız təxminən 2000 saat/il işləyə bilər. Qurudakı külək elektrik stansiyalarının adətən 2000-2500 saat/il, dənizdəki külək elektrik stansiyalarının isə ilk növbədə daha az külək turbulentliyi və daha yüksək küləyin sürəti səbəbindən maksimum gücü ilə 4000 saat/il kimi işlədiyi bildirilir. Bu, elektrik stansiyasının 1 il ərzində tam enerji ilə işləməsini göstərir. Elektrik stansiyasının ildə daha çox saat işləməsini gözləmək normaldır, lakin maksimum istifadə olunan istehsal gücü ilə deyil [13;14].

Bərpa olunan enerjinin daha da geniş istifadəsinə məhdudiyyət yaradan vacib faktorlardan biri də şübhəsiz ki, elektrik enerjisi istehsalının nisbətən yüksək qiymətidir. Mövcud ədəbiyyatlarda bərpa olunan enerji ilə işləyən elektrik stansiyalarının fosil yanacaqları ilə işləyən elektrik stansiyalarıyla müqayisədə daha yüksək xərclərə səbəb olduğundan bəhs olunur. Bu, xüsusilə dəniz enerjisindən

istifadə edən, texnologiyası son dərəcə bahalı olan elektrik stansiyaları üçün doğrudur və yerləşdiyi ərazinin spesifikliyinə görə həmin enerji mənbəyi elektrik enerjisi istehsalında cüzi miqdarda iştirak edir. Fotovoltaik sistemlərin tikintisi də həmçinin, texnologiyanın yüksək qiyməti və günəş panellərinin hazırlanmasının mürəkkəbliyi ilə xarakterizə olunur. Bərpa olunan və bərpa olunmayan mənbələri müqayisə etməklə elektrik enerjisi istehsalının qiymətinin formalaşmasında iştirak edən amillərdən asılı olaraq müxtəlif proqnozlar meydana çıxır. Digər tərəfdən ekoloji aspektləri nəzərə alaraq deyə bilərik ki, atmosferə atılan işlənmiş qaz emissiyaları, yəni elektrik enerjisi istehsalının yan məhsulu olaraq meydana gələn və məhdudlaşdırılmalı olan zərərli tullantılar səbəbindən qaz, kömür və torf kimi fosil yanacaqlarla işləyən elektrik stansiyaları elektrik enerjisi istehsalı üçün əlavə xərclərə səbəb olur [3;7;8;14].

Nəticə

Bütün yuxarıda deyilənlərə əsasən qeyd etmək olar ki, alternativ enerji mənbəyi kimi bərpa olunan enerji mənbələri çoxsaylı üstünlüklərə və çatışmazlıqlara malikdir və onların tətbiqinə ilk növbədə elektrik enerjisi sektorunun təkmilləşdirilməsi və milli iqtisadiyyatın inkişafı kontekstində baxmaq lazımdır. Bərpa olunan enerji mənbələri ekoloji cəhətdən təmiz enerji resursları kimi gələcəkdə daha da əhəmiyyət kəsb edəcək, çünki onlar qeyri-məhduddur və mövcud ənənəvi elektrik stansiyaları ilə yanaşı əlavə enerji mənbələri qismində iştirak edirlər.

Bərpa olunan enerjidən istifadənin bəzi çatışmazlıqlarına baxmayaraq və ədəbiyyatın bu icmalını nəzərə alaraq, bərpa olunan enerjidən istifadənin faydalarının bütövlükdə cəmiyyət üçün mənfi cəhətlərdən üstün olduğu qənaətinə gəlmək olar.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı

1. Agboola, A. (2014), Public sensitization on the adoption of renewable energy in Nigeria: Communicating the way forward. IOSR Journal of Humanities and Social Science, 19(5), 74-81.

2. Armstrong, A.J., Hamrin, J. (2000), The Renewable Energy Policy Manual. Washington, USA: United States Export Council for Renewable Energy.

3. Blesl, M., Wissel, S., Mayer-Spohn, O. (2008), Private costs of electricity and heat generation. Cost Assessment of Sustainable Energy Systems, 1, 1-47.

4. Borhanazad, H., Mekhilef, S., Saidur, R., Boroumandjazi, G. (2013), Potential application of renewable energy for rural electrification in Malaysia. Renewable Energy, 59, 210-219.

5. Cerović, L.J., Maradin, D., Čegar, S. (2014), From the restructuring of the power sector to diversification of renewable energy sources: Preconditions for efficient and sustainable electricity market. International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 599-609.

6. Dones, R., Heck, T., Hirschberg, S. (2004), Greenhouse gas emissions from energy systems, comparison and overview. In: Encyclopaedia of Energy. Vol. 3. San Diego, USA: Academic Press/Elsevier. p77-95.

7. Dresselhaus, M., Thomas, I. (2001), Alternative energy technologies. Nature, 414, 332-337.

8. Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F. (2014), Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 39, 748-764.

9. Fankhauser, S., Sehlleier, F., Stern, N. (2008), Climate change, innovation and jobs. Climate Policy, 8(4), 421-429.

10. Kowalski, K.M. (2011), Alternative Energy Sources. New York, USA: Marshall Cavendish Benchmark.

11. Labudović, B., Barbir, F. (2002), Obnovljivi Izvori Energije. [Renewable Energy Sources]. Zagreb, Croatia: Energetika Marketing.

12. Liu, Z. (2017), China's strategy for the development of renewable energies. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 12(11), 971-975.

13. Maradin, D. (2015), The Efficiency of Wind Power Companies in Electricity Generation. Doctoral Dissertation. Rijeka, Croatia: University of Rijeka Faculty of Economics and Business.

14. Maradin, D., Cerović, L.J., Mjeda, T. (2017), Economic effects of renewable energy technologies. Naše gospodarstvo/Our economy, 63(2), 49-59.

15. Michaelides, E.E.S. (2012), Alternative energy sources. In: Part of the Green Energy and Technology Book Series (GREEN). Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.

16. Mohtasham, J. (2015), Review article-renewable energies. Energy Procedia, 74, 1289-1297.

17. Nezhnikova, E.V., Okhremenko, I.V., Papelniuk, O.V. (2018), Investigation of the features of investment in the development of renewable energy sources: Main consumers, legal regulation, equipment, rates and delivery. International Journal of Energy Economics and Policy, 8(4), 178-186.

18. Peidong, Z., Yanli, Y., Yonghong, Z., Lisheng, W., Xinrong, L. (2009), Opportunities and challenges for renewable energy policy in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(2), 439-449.

ŞƏHƏRDAXİLİ HƏRƏKƏTDƏ SÜRƏT REJİMLƏRİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİNƏ TƏSİR EDƏN AMİLLƏR

FACTORS AFFECTING REGULATION OF SPEED REGIMES IN URBAN TRAFFIC

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТЬ РЕЖИМОВ ГОРОДСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Qaragöz KƏRİMOV

Mingəçevir Dövlət Universiteti, müəllim

Azərbaycan Texniki Universitetinin doktorantı

https://orcid.org/0000-0002-6101-6773

XÜLASƏ

Şəhərdaxili hərəkətdə sürət rejimlərinin müəyyən edilməsi, müasir şəhər planlaşdırmasının və nəqliyyat idarəetməsinin əsas elementlərindən biridir. Sürət hədlərinin düzgün təyin edilməsi, təkcə qəzaların qarşısının alınması və yol istifadəçilərinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün deyil, həm də ətraf mühitin qorunması, şəhər həyatının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və nəqliyyat axınının effektiv idarə edilməsi üçün vacibdir. Sürət rejimləri, yolun texniki xüsusiyyətlərindən tutmuş ətraf mühitin sosial-iqtisadi şəraitinə qədər bir çox amillərin diqqətli təhlili əsasında müəyyən edilir. Bu prosesdə həm statistik məlumatlar, həm də müasir texnologiyalardan geniş istifadə olunur.

Şəhərlərin sürətlə inkişaf etdiyi və nəqliyyat axınının getdikcə daha da mürəkkəbləşdiyi müasir dövrdə, sürət rejimlərinin təyin edilməsi daha da mürəkkəb və çoxşaxəli bir məsələyə çevrilib. Yüksək sürət, qəzaların sayının artmasına, təhlükəsizliyin pozulmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb ola bilər. Eyni zamanda, hərəkətin zəif təşkili və sürətin həddindən artıq aşağı olması da nəqliyyat axınının ləngiməsinə və şəhər həyatının keyfiyyətinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Buna görə də, sürət rejimlərinin təyin edilməsi zamanı elmi əsaslara və müasir texnologiyalara əsaslanan balanslaşdırılmış yanaşma tətbiq edilməlidir.

Bu məqalədə şəhərdaxili hərəkətdə sürət rejimlərinin müəyyən edilməsi prosesi araşdırılır. Bu prosesdə nəzərə alınan əsas amillər, müxtəlif üsullar və müasir texnologiyalar təhlil edilir. Həmçinin, sürət rejimlərinin təyin edilməsinin nəqliyyat təhlükəsizliyinə, ətraf mühitin qorunmasına və şəhər həyatının keyfiyyətinə təsirləri araşdırılır. Məqalənin məqsədi, sürət rejimlərinin təyin edilməsinin nə qədər mürəkkəb və çoxşaxəli bir proses olduğunu göstərmək və bu sahədə daha effektiv yanaşmaların tətbiqi üçün tövsiyələr verməkdir.

Açar sözlər: sürət tənzimlənməsi, yol şəraiti, hərəkət təhlükəsizliyi

ABSTACT

Determining speed regimes in urban traffic is one of the elements of modern urban master planning and management. Regulation of speed limits is important not only for accident prevention and road safety, but also for environmental protection, improvement of urban energy quality and effective management of energy supply. It is planned to carefully analyze many factors, from speed regimes, technical characteristics of the road to socio-economic conditions of the environment. Both statistical data and modern technology are widely used in this process.

In the modern era, when cities are developing rapidly and traffic flow is becoming more and more complex, the determination of speed regimes has become an even more complex and multifaceted issue. High speed can lead to an increase in the number of accidents, safety violations and environmental pollution. At the same time, poor organization of traffic and excessively low speeds lead to traffic flow

delays and a decrease in the quality of urban life. Therefore, a balanced approach based on scientific principles and modern technologies should be applied when determining speed regimes.

This article examines the process of determining speed regimes in urban traffic. The main factors taken into account in this process, various methods and modern technologies are analyzed. Also, the effects of setting speed regimes on traffic safety, environmental protection and quality of urban life are investigated. The purpose of the article is to show how complex and multifaceted the process of determining speed regimes is and to make recommendations for the implementation of more effective approaches in this area.

Keywords: speed regulation, road conditions, traffic safety

Резюме

Определение скоростных режимов городского движения является одним из основных элементов современного городского планирования и организации дорожного движения. Правильная установка ограничений скорости важна не только для предотвращения аварий и обеспечения безопасности участников дорожного движения, но и для защиты окружающей среды, улучшения качества городской жизни и эффективного управления транспортными потоками. Скоростные режимы определяются на основе тщательного анализа многих факторов: от технических характеристик дороги до социально-экономических условий окружающей среды. В этом процессе широко используются как статистические данные, так и современные технологии.

В современную эпоху, когда города стремительно развиваются и транспортные потоки становятся все более сложными, определение скоростных режимов стало еще более сложной и многогранной проблемой. Высокая скорость может привести к увеличению количества аварий, нарушений техники безопасности и загрязнения окружающей среды. В то же время плохая организация дорожного движения и крайне низкие скорости приводят к замедлению транспортных потоков и снижению качества городской жизни. Поэтому при определении скоростных режимов следует применять взвешенный подход, основанный на научных принципах и современных технологиях.

В данной статье рассмотрен процесс определения скоростных режимов в городском движении. Проанализированы основные факторы, учитываемые в этом процессе, различные методы и современные технологии. Также исследуется влияние установления скоростных режимов на безопасность дорожного движения, защиту окружающей среды и качество городской жизни. Цель статьи – показать, насколько сложен и многогранен процесс определения скоростных режимов, и дать рекомендации по реализации более эффективных подходов в этой области.

Ключевые слова: регулирование скорости, дорожные условия, безопасность движения

1. Yol Şəraiti və İnfrastruktur

Şəhərdaxili hərəkətdə yol şəraiti və infrastruktur, sürət rejimlərinin seçilməsində əsas amillərdən biridir. Yolun fiziki xüsusiyyətləri, o cümlədən eni, səth keyfiyyəti, əyrilik radiusu və işıqlandırma, sürücülərin sürət seçiminə birbaşa təsir edir. Dar yollarda sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunur, çünki bu cür yollarda maneələrə və piyadaların hərəkətinə görə qəza riski daha yüksəkdir. Yol səthinin keyfiyyəti də sürət seçimində mühüm rol oynayır. Pis yol şəraitində sürücülər daha diqqətli hərəkət etməyə meyllidirlər, bu da sürətin azalmasına səbəb olur. Əyrilik radiusu isə xüsusilə döngələrdə sürətin tənzimlənməsini tələb edir. Böyük əyrilik radiusu olan yollarda sürət məhdudiyyətləri daha yüksək təyin oluna bilər, lakin kiçik radiuslu əyrilərdə sürət məhdudiyyətləri aşağı olmalıdır. İşıqlandırma şəraiti isə gecə vaxtı sürət seçiminə təsir edir. Zəif işıqlandırılmış yollarda sürücülər daha aşağı sürətlə hərəkət edirlər, çünki görünüş şəraitinin pis olması qəza riskini artırır. Yol infrastrukturu da sürət rejimlərinin təyinində mühüm rol oynayır. Avtomagistrallarda sürət məhdudiyyətləri daha yüksək təyin olunur,

çünki bu yollar daha geniş və düz xəttli olurlar. Bununla yanaşı, şəhər mərkəzlərində yollar daha dar və mürəkkəb olduğu üçün sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunur. Yol infrastrukturu həmçinin piyadaların hərəkəti, velosiped yolları və ictimai nəqliyyat dayanacaqları kimi amillərlə də əlaqədardır. Bu amillər nəzərə alınmadan sürət rejimlərinin təyin edilməsi, nəqliyyat təhlükəsizliyini və effektivliyini zəiflədə bilər. Məsələn, piyadaların və velosipedçilərin intensiv hərəkət etdiyi yollarda sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunmalıdır. Yol şəraitinin və infrastrukturun təhlili, sürət rejimlərinin optimallaşdırılması üçün mühüm məlumatlar təqdim edir. Bu amillər nəzərə alınaraq, şəhərdaxili hərəkətin daha təhlükəsiz və effektiv olması təmin edilə bilər (Wang, J., & Abdel-Aty, M., 2008).

2. Sürücü Davranışları

Sürücülərin yaşı, təcrübəsi, yorğunluq səviyyəsi və risk qəbul etmə meyli kimi amillər sürət seçimində mühüm rol oynayır. Təcrübəsiz sürücülər daha yüksək sürətlə hərəkət etməyə meyllidirlər, bu da qəza riskini artırır. Sürücülərin psixoloji vəziyyəti də sürət seçimini təsir edir. Stressli və ya qəzəbli sürücülər daha aqressiv hərəkət edirlər. Sürücülərin təhsil səviyyəsi və Yol hərəkəti qaydalarına münasibəti də sürət seçimində mühüm rol oynayır. Təhsilli sürücülər daha çox qaydalara əməl edirlər. Sürücülərin yorğunluq səviyyəsi də sürət seçimini təsir edir. Yorğun sürücülər daha diqqətsiz hərəkət edirlər, bu da qəza riskini artırır. Sürücü davranışlarının təhlili, sürət rejimlərinin optimallaşdırılması üçün mühüm məlumatları əks etdirir (Elvik, R., 2013).

3. Nəqliyyat Qanunvericiliyi

Sürət məhdudiyyətləri və cəza sistemləri, sürücülərin sürət seçimini tənzimləyən qanunvericilik amilləridir. Sürət məhdudiyyətlərinin effektiv tətbiqi, qəza riskini azaltmaqla yanaşı, nəqliyyat axınının daha təhlükəsiz və effektiv olmasını təmin edir. Qanunvericilik, sürücülərin davranışlarını tənzimləmək üçün mühüm vasitədir. Sürət məhdudiyyətlərinin pozulmasına görə cəzaların artırılması, sürücüləri daha diqqətli hərəkət etməyə məcbur edir. Qanunvericiliyin effektivliyi, onun tətbiq edilməsi və nəzarət mexanizmləri ilə müəyyən edilir. Elektron nəzarət sistemləri, sürət məhdudiyyətlərinin pozulmasının qarşısını almaqda effektivdir. Qanunvericiliyin təkmilləşdirilməsi, nəqliyyat təhlükəsizliyinin yüksəldilməsində mühüm rol oynayır (Aarts, L., & van Schagen, I., 2006).

4. Ətraf Mühit Şəraiti

Hava şəraiti, iqlim və günün vaxtı kimi amillər də sürət rejimlərinin seçilməsinə təsir göstərir. Yağışlı və qarlı havalarda sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunur. Hava şəraiti, yol şəraitinə də təsir edir. Yağışlı havalarda yol səthi daha sürüşkən olur, bu da sürücüləri daha diqqətli hərəkət etməyə məcbur edir. Günün vaxtı da sürət seçimini təsir edir. Gecə vaxtı sürücülər daha aşağı sürətlə hərəkət edirlər. İqlim şəraiti də sürət rejimlərinin təyinində mühüm rol oynayır. İsti iqlim şəraitində sürücülər daha yüksək sürətlə hərəkət etməyə meyllidirlər. Ətraf mühit şəraitinin təhlili, sürət rejimlərinin optimallaşdırılması üçün mühüm məlumatlar təqdim edir (Andrey, J., & Yagar, S., 1993).

5. Sürət Rejimlərinin Nəqliyyat Sistemlərinə Təsiri

Sürət rejimləri, şəhərdaxili nəqliyyat sisteminin təhlükəsizliyini, effektivliyini və ətraf mühitə təsirini birbaşa səciyyələndirən əsas amillərdən biridir. Yüksək sürət, qəza zamanı zədələnmə riskini artırır və təhlükəsizliyi azaldır. Statistik məlumatlar göstərir ki, sürətin artması ilə qəza şiddəti və ölüm hallarının sayı artır. Məsələn, 50 km/saat sürətlə baş verən qəzada ölüm riski 20%-dir, halbuki bu sürət 80 km/saat-a çatdıqda ölüm riski 60%-ə yaxınlaşır. Optimal sürət rejimləri, nəqliyyat axınının daha effektiv idarə edilməsini təmin edir. Bu, yolların tutumunu artırır və nəqliyyat çətinliklərini azaldır. Şəhər mərkəzlərində sürət məhdudiyyətlərinin aşağı təyin edilməsi, nəqliyyat axınının daha təhlükəsiz və davamlı olmasını təmin edir. Sürət rejimləri, nəqliyyat vasitələrinin yanacaq sərfiyyatı və tullantıların miqdarına da təsir göstərir. Aşağı sürət rejimləri, ətraf mühitə təsiri azaltmaqla yanaşı, enerji səmərəliliyini artırır. 50 km/saat sürətlə hərəkət edən avtomobil, 80 km/saat sürətlə hərəkət edən avtomobildən daha az yanacaq sərf edir və daha az zərərli maddələr buraxır. Sürət rejimlərinin optimallaşdırılması, nəqliyyat sistemlərinin daha təhlükəsiz və effektiv olmasını təmin edir. Bu, xüsusilə şəhərlərin sıx məskunlaşdığı bölgələrdə vacibdir. Təhsil müəssisələri və xəstəxana yaxınlığında sürət məhdudiyyətlərinin aşağı təyin edilməsi, piyadaların təhlükəsizliyini təmin edir. Bundan əlavə, sürət rejimlərinin tənzimlənməsi, ictimai nəqliyyatın effektivliyini artırır. Avtobus və tramvay marşrutlarında

sürət məhdudiyyətlərinin optimallaşdırılması, vaxtında çatma müddətini təmin edir. Sürət rejimlərinin şəhərdaxili nəqliyyat sisteminə təsiri, nəqliyyat təhlükəsizliyinin yüksəldilməsində və ətraf mühitə təsirin azaldılmasında mühüm rol oynayır (Nilsson, G., 2004).

6. Sürət Rejimlərinin Optimallaşdırılması Üçün Təkliflər

Sürət rejimlərinin optimallaşdırılması üçün dinamik yanaşmaların tətbiqi zəruridir. Dinamik sürət məhdudiyyətləri, hava şəraiti, yol şəraiti və nəqliyyat axınına uyğun olaraq tətbiq edilə bilər. Sürücülərin maarifləndirilməsi, təhlükəsizlik mədəniyyətinin yüksəldilməsində mühüm rol oynayır. İntellektual nəqliyyat sistemləri (İNS), sürət rejimlərinin real vaxtda tənzimlənməsini təmin edərək, nəqliyyat axınının idarə edilməsini asanlaşdırır. Bu yanaşmalar, nəqliyyat sistemlərinin daha təhlükəsiz və effektiv olmasını təmin edə bilər (van Nes, N., Houtenbos, 2008).

Nəticə

Şəhərdaxili hərəkətdə sürət rejimlərinin seçilməsi, nəqliyyat sistemlərinin effektivliyini, təhlükəsizliyini və ətraf mühitə təsirini birbaşa müəyyən edən mürəkkəb bir prosesdir. Bu araşdırma göstərir ki, sürət rejimlərinin təyinində yol şəraiti, sürücü davranışları, qanunvericilik və ətraf mühit şəraiti kimi amillər əsas rol oynayır. Yol şəraitinin keyfiyyəti və infrastrukturun vəziyyəti, sürücülərin sürət seçimini birbaşa təsir edir. Dar və əyri yollarda sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunur, bu da qəza riskini azaldır. Sürücü davranışları isə yaş, təcrübə, yorğunluq və risk qəbul etmə meyli kimi amillərlə müəyyən edilir. Təcrübəsiz sürücülər daha yüksək sürətlə hərəkət etməyə meyllidirlər, bu da təhlükəsizliyi azaldır. Qanunvericilik, sürət məhdudiyyətlərinin effektiv tətbiqi və cəza sistemləri vasitəsilə sürücü davranışlarını tənzimləyir. Ətraf mühit şəraiti, xüsusilə hava şəraiti və iqlim, sürət rejimlərinin seçilməsində mühüm rol oynayır. Yağışlı və qarlı havalarda sürət məhdudiyyətləri daha aşağı təyin olunur, bu da qəza riskini azaldır. Sürət rejimlərinin optimallaşdırılması üçün dinamik yanaşmaların tətbiqi zəruridir. Dinamik sürət məhdudiyyətləri, hava şəraiti, yol şəraiti və nəqliyyat axınına uyğun olaraq tətbiq edilə bilər. Sürücülərin maarifləndirilməsi və İNS kimi texnologiyalar, nəqliyyat sistemlərinin daha təhlükəsiz və effektiv olmasını təmin edə bilər. Bu yanaşmalar, nəqliyyat təhlükəsizliyinin yüksəldilməsində və ətraf mühitə təsirin azaldılmasında mühüm rol oynayır. Gələcək tədqiqatlar, sürət rejimlərinin daha dəqiq təyin edilməsi və dinamik yanaşmaların tətbiqi üzrə aparılmalıdır. Bu, nəqliyyat sistemlərinin daha effektiv və təhlükəsiz olmasını təmin edəcəkdir.

İstinadlar

1. Wang, J., & Abdel-Aty, M. (2008). Temporal and spatial analyses of rear-end crashes at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 255-266.

2. Elvik, R. (2013). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 854-860.

3. Aarts, L., & van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215-224.

4. Andrey, J., & Yagar, S. (1993). A temporal analysis of rain-related crash risk. *Accident Analysis & Prevention*, 25(4), 465-472.

5. Nilsson, G. (2004). Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety. *Bulletin of Lund Institute of Technology*, 221.

6. van Nes, N., Houtenbos, M., & van Schagen, I. (2008). Improving speed behaviour: The potential of in-car speed assistance systems. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 16(4), 459-471.

FARKLI YAPIŞTIRMA KOMBİNASYONLARININ VE DEFORMASYON HIZLARININ AZ31B MAGNEZYUM ALAŞIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF VARIOUS ADHESIVE COMBINATION AND DEFORMATION RATES ON AZ31B MAGNESIUM ALLOY

Çağın BOLAT

Dr. Öğr. Üyesi, Samsun Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0002-4356-4696

Abdulkadir ÇEBİ

Arş. Gör., Samsun Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0002-3074-6554

ÖZET

Eklemeli imalat, karmaşık geometrik şekillere sahip parçaların ve prototiplerin hızlı üretilmesini sağladığı için birçok endüstride yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Eriyik yığma modelleme (EYM) ise en çok tercih edilen eklemeli imalat yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde kullanılabilen malzeme tipleri akrilonitril bütadien stiren (ABS), yüksek etkili polistiren (HIPS), polietilen tereftalat (PETG) ve akrilonitril stiren akrilat (ASA) filamentleri olarak sıralanabilmektedir. Polilaktik asit (PLA) ise düşük toksisite, düşük baskı sıcaklığı ve düşük maliyetlerinden dolayı EYM yönteminde en çok tercih edilen termoplastiktir. Ancak üç boyutlu yazıcı ile üretilen parçaların çekme dayanımları metal malzemeler kadar yüksek olmamaktadır. Magnezyum alaşımları ise EYM ile üretilen parçalara kıyasla daha yüksek titreşim sönümleme, şok sönümleme ve dayanım seviyelerine sahiptir. Bu çalışmada PLA ve magnezyum AZ31B ile üretilen parçaların 2 farklı kombinasyonda (PLA + AZ31B + PLA, AZ31B + PLA + AZ31B) ve farklı çekme hızlarında mekanik özellikleri incelenecektir. Numunelerin üretimi için Amerikan Test ve Malzeme Derneği'nin (ASTM) belirlenmiş olduğu standartlar kullanılacaktır. PLA malzemelerin sandviç yapı olarak bal peteği şeklinde üç boyutlu yazıcı kullanılarak üretimi gerçekleştirilecektir. Magnezyum AZ31B malzemeler ise tel erozyon tezgahında kesilecektir. Numuneler hazırlanırken yapıştırıcı olarak siyano akrilat bazlı yapıştırıcı kullanılacaktır ve 2 saat boyunca kurumaya bırakılacaktır. Numunelerin üretim ve yapıştırma sonrası ağırlıkları ölçülecektir. Bu değerler kıyaslanarak toplam kullanılan yapıştırıcı miktarı da belirlenecektir. Testler sonrası elde edilecek sonuçlar yapıştırmalı bağlantıların farklı malzeme tipleri üzerindeki etkilerine ışık tutacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eriyik yığma modelleme, AZ31B, Magnezyum alaşım, deformasyon, yapıştırma.

ABSTRACT

Additive manufacturing is widely used in many industries due to it enables rapid production of parts and prototypes with desired complex geometric shapes. Fused deposition modelling (FDM) is one of the most preferred additive manufacturing methods. Acrylonitrile butadiene styrene (ABS), high impact polystyrene (HIPS), polyethylene terephthalate (PETG) and acrylonitrile styrene acrylate (ASA) filaments can be used in this process. Polylactic acid (PLA) is the most preferred thermoplastic in the EYM method due to its low toxicity, low print temperature, and low cost. However, the tensile strength of parts produced via 3D printer machine is not as high as metal materials. Magnesium alloys have higher vibration damping, shock damping and tensile strength levels compared to parts produced by FDM. In this study, the mechanical specifications of parts produced by PLA and magnesium AZ31B in 2 different combinations (PLA + AZ31B + PLA, AZ31B + PLA + AZ31B) and different tensile speeds are examined. The standards chosen by the American Society for Testing and Materials (ASTM) is determined for the production of the samples. PLA materials are produced by using a three-dimensional printer in the infill type of a honeycomb as a sandwich structure. Magnesium AZ31B materials are cut

on a wire erosion machine. Cyanoacrylate-based adhesive is used as an adhesive while preparing the samples and is keep to dry for 2 hours. The weights of the samples after production and following step are measured. These values are compared and the total amount of adhesive used is also be determined. The results to be obtained after the tests are shed light on the effects of adhesive joints on different material types.

Keywords: Fused Deposition Modeling, AZ31B, Magnesium alloy, deformation, adhesion.

1. GİRİŞ

Son 30 yılda gelişen teknoloji ve buna bağlı olarak artan kompleks geometriye sahip ihtiyacından dolayı eklemeli imalat (Eİ) giderek yaygınlaşmıştır. Hızlı prototipleme imkan veren bu yöntemler kendi içinde bağlayıcı püskürtme, malzeme jeti, vat foto polimerizasyon, toz yatak füzyonu, malzeme ekstrüzyonu, enerji biriktirme ve levha laminasyonu olarak sınıflandırılabilmektedir. Malzeme ekstrüzyonu ise sıvı birikim modellemesi ve eriyik yığma modelleme (EYM) olarak 2 alt başlıkta listelenebilmektedir. EYM, diğer Eİ yöntemlerinde olduğu gibi katman katman biriktirerek parça üretebilen bir sıcak eriyik ekstrüzyon tekniğidir. Bu yöntem düşük maliyet, kolay kullanım ve hızlı prototipleme özelliklerinden dolayı otomotiv, elektronik, medikal ve havacılık alanında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Geleneksel EYM tezgahlarında sıcaklık kontrollü bir nozül, çekme yapabilecek bir motor, sıcaklık kontrollü tabla ve fan bulunmaktadır. Arzu edilen geometrik şekle ait g kodları dilimleyici yardımıyla oluşturulmakta ve makineye aktarılmaktadır. Bu aşamadan sonra nozül belirlenen sıcaklığa ulaşmakta ve filament motor yardımıyla sıcaklık kontrollü nozüle çekilmektedir. Eriyik malzeme sıcaklık kontrollü tabla üzerinde biriktirilmektedir. EYM yönteminde parça üretim kalitesini etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Bunlar filament tipi, nozül çapı, nozül sıcaklığı, tabla sıcaklığı, rastar açısı, parça geometrisi, baskı hızı, dolgu oranı, dolgu deseni, katman kalınlığı ve fan hızı olarak listelenebilmektedir.

EYM yönteminde sıklıkla polimer veya plastik bazlı filamentler tercih edilmektedir ve bu oran 51%'dir (Kristiawan, Imaduddin, Ariawan, Ubaidillah ve Arifin, 2021). Bu yöntemde için kullanılabilen malzeme tipleri akrilonitril bütadien stiren (ABS), yüksek etkili polistiren (HIPS), polietilen tereftalat (PETG) ve akrilonitril stiren akrilat (ASA) filamentleridir. Polilaktik asit (PLA) ise düşük toksisite, düşük baskı sıcaklığı ve düşük maliyetlerinden dolayı EYM yönteminde en çok tercih edilen termoplastiktir. Ancak PLA numuneleri düşük mekanik dayanıma sahiptirler. Bununla ilgili olarak Jayanth vd. (Jayanth, Jaswanthraj, Sandeep, Mallaya ve Siddharth, 2021) enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen parçaların 3B yazıcılardan çıkan parçalara göre daha mukavim olduğunu belirtmiştir. Bunun için yapılan çalışmada (Kaynak ve Varsavas, 2018) PLA'nın çekme modülünü, eğilme modülünü ve tokluğunu arttırmak için ham PLA içine cam elyaf takviyeli kompozitler (CETK) ve termoplastik elastomerik termoplastik (TPU) karışımları eklenmiştir. TPU tokluk değerini ve CETK ise çekme ile eğilme modüllerini olumlu etkilemiştir. Bir başka çalışmada Gunasekaran vd. (Gunasekaran, Aravinth, Muthu Kumaran, Madhankumar ve Pradeep Kumar, 2021)PLA numunelerini farklı dolgu oranlarında çekme testine tabi tutmuş ve 100% dolgu yoğunluğu ile basılan numunelerin daha iyi mekanik özelliklere sahip olduğunu raporlamıştır. Ayrıca, dolgu yoğunluğunun artmasıyla numunelerin mekanik özelliklerinin de geliştiğini gözlemlemiştir.

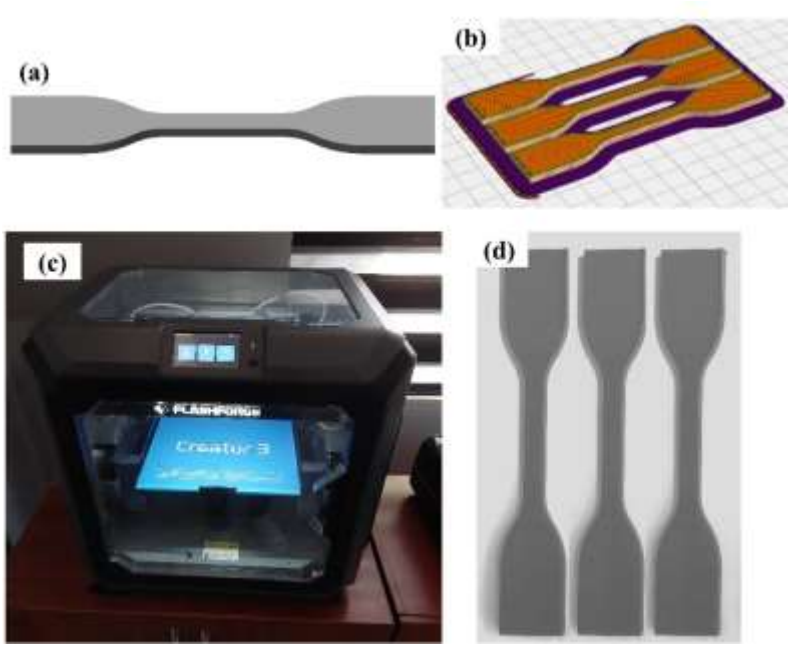
Magnezyum alaşımları düşük yoğunluk (1.74 ile 1.85 g/cm^3), iyi işlenebilirlikte ve yüksek özgül mukavemet gibi mükemmel özelliklere sahip mühendislik malzemeleridir (Feng ve diğerleri, 2014). Diğer metallere kıyasla düşük hafifliğe sahip olmasından dolayı havacılık, uzay ve otomotiv uygulamaları başta olmak üzere birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır (Nam ve diğerleri, 2018). Üretilen parçalara jant, iç kapı kolları, silindir kapağı, hidrolik deposu, vites kutusu, pedal örnek olarak verilebilmektedir (Çelik, 2019). Yokoyama (Yokoyama, 2003) AZ31B-F, AZ-61A-F ve ZK-60A-T5 magnezyum alaşımlarının çekme dayanımlarını incelemiştir. Çekme dayanımının artan gerinim oranıyla arttığını ve absorbe enerjinin magnezyum alaşımlarına bağlı olarak değiştiği gözlemlemiştir. Zhao vd. (Zhao, Li, Suo, Huang ve Liu, 2009) döküm olarak üretilen AZ91 magnezyum alaşımının dinamik davranışını değerlendirmiştir. Alaşımın oda sıcaklığında belirgin bir gerinim sertleşmesi karakterine sahip olduğunu raporlamıştır.

Mühendislik malzemelerinin mekanik ve kimyasal olarak olumlu ve olumsuz sayılabilecek özellikleri bulunmaktadır. Bunu aşabilmek için birden fazla malzeme veya aynı malzemenin bir bağlayıcı kullanarak tek bir bileşen gibi davranmasını sağlayacak ve böylece mekanik özelliklerinin geliştirilebileceği yeni yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada da AZ31B magnezyum alaşımı ve PLA numunesinin siyanoakrilat yapıştırıcı ile birleştirilerek kompozit sandviç yapıların mekanik özellikleri incelenmiştir. AZ31B ve PLA'nın farklı kombinasyonlarının düşük ve yüksek çekme hızlarındaki performansları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Üretimde kullanılacak olan PLA filamenti TinyLab (İstanbul, Türkiye) firmasından tedarik edilmiştir. EYM'de filament baskı için tedarikçinin verdiği teknik ve fiziksel bilgiler kullanılmıştır. Buna göre 205°C ile 225°C aralığında nozül sıcaklığı, 60°C ile 80°C aralığında tabla sıcaklığı ve nozül 0.4 mm kullanılması önerilmiştir.

PLA çekme testi numuneleri ASTM D638-Tip 4 standardına uygun olarak SolidWorks 2020® programında tasarlanmıştır. 3B modelin uzantısı program içinden stereolitografi (.stl) olarak elde edilmiştir. Modelin dosyası Flashprint 5.0 (Flashforge, Çin) dilimleyici programının içine transfer edilerek numunenin doluluk oranı, dolgu deseni, katman kalınlığı, baskı hızı, nozül sıcaklığı, tabla sıcaklığı ve fan hızı gibi baskı parametreleri bu aşamada belirlenmiştir. Belirlenen özelliklere ve 3B yazıcıya bağlı olarak çizimin g kodları dilimleyicide oluşturulmuştur. G-kodları oluşturulan numunenin baskı parametreleri PLA numunesinin 3B baskı sürecine ait görüntüler Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. PLA çekme numunesi baskı prosedürü a) CAD model, b) Dilimleyici program, c) 3B yazıcı ve d) Çekme numuneleri.

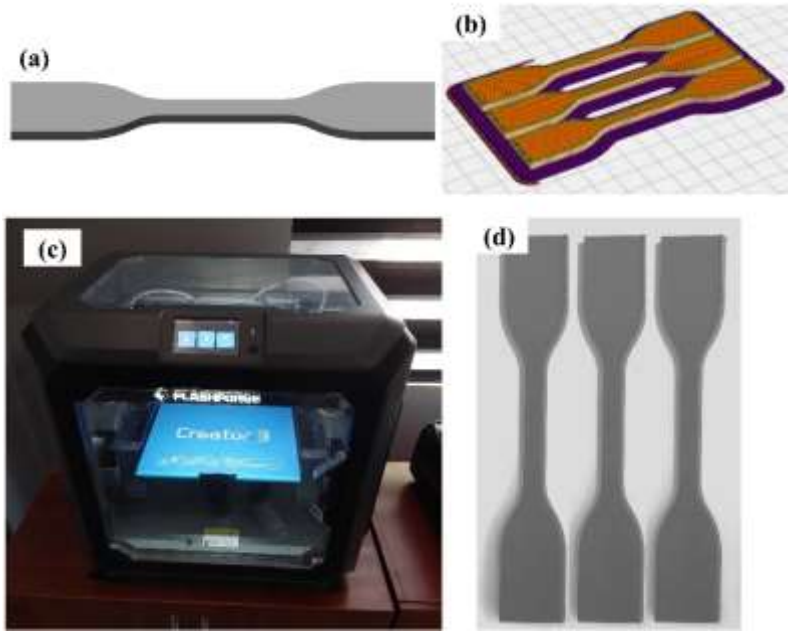
'de detaylandırılmıştır.

Tablo 1. PLA çekme numunesi için EYM baskı parametreleri.

Parametre	Değeri
Baskı Sıcaklığı	210°C
Nozül Sıcaklığı	65°C
Doluluk Oranı	100%

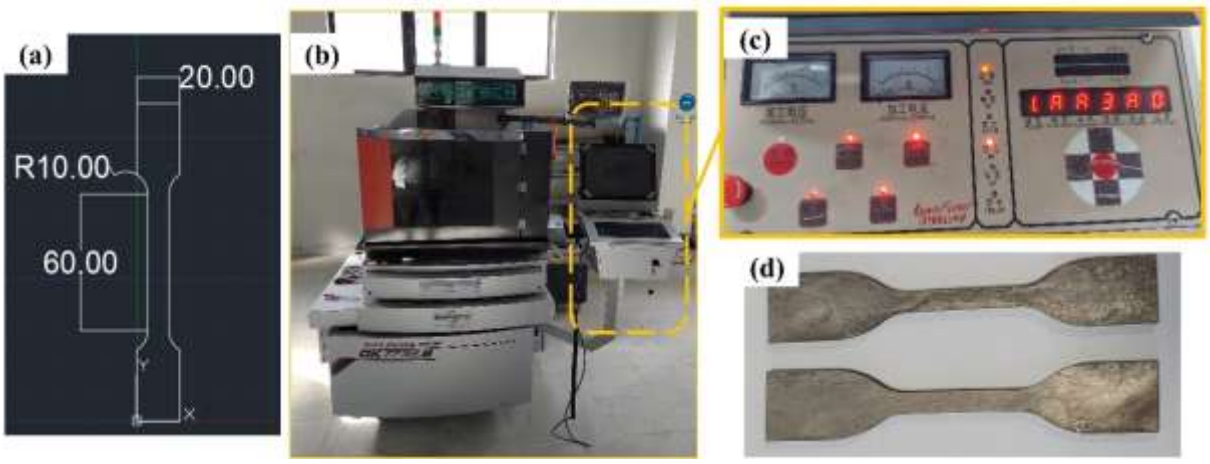
Dolgu Deseni	Bal Peteği
Katman Kalınlığı	0.2 mm
Baskı Hızı	60 mm/s
Fan Hızı	100%

PLA çekme testi numunelerinin üretimi için Flashforge Creator 3 (Zhejiang Flashforge 3D Teknoloji Ltd., Çin) markalı yazıcı kullanılmaktadır. Bu yazıcı kapalı kabin olmasından dolayı tercih edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı istenmeyen hava akımlarını ve filamentin nemlenmesini engellemektedir. Yazıcının nozül ve tabla sıcaklıkları 300°C ve 120°C değerlerine kadar ayarlanabilmektedir. Ayrıca tablanın esnek, manyetik ve yüzeyi pürüzlü olmasından dolayı baskı sırasında parça ayrılma ve çarpıklık problemlerini minimize etmektedir. Buna ek olarak maksimum üretilebilecek parça 200×250×300 mm^3 ebatlarındadır. Baskı hızı 150 mm/s ve gezinme hızı, minimum hız ile ilk katman hızı gibi farklı parametre değerleri ayarlanabilmektedir. PLA numunesinin 3B baskı sürecine ait görüntüler Şekil 1'de gösterilmektedir.



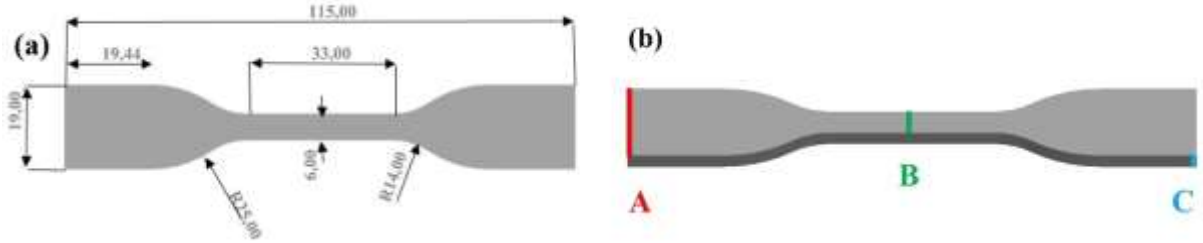
Şekil 1. PLA çekme numunesi baskı prosedürü a) CAD model, b) Dilimleyici program, c) 3B yazıcı ve d) Çekme numuneleri.

AZ31B magnezyum alaşımı Sarp Alüminyum San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye) firmasından tedarik edilmiştir. Plaka 600×900×3 mm^3 ebatlarında tedarik edildiği için tel erozyon makinesinde (DK7732B, Integrated Multiple Wire Cutting EDM) kesim işlemlerine tabi tutulmuştur. Kesim öncesi 2B çizimler AutoCad 2024® programında PLA numunelerinde olduğu gibi ASTM D638-Tip 4 standardına uygun olarak yapılmıştır. Daha sonraki aşamada çizimler AutoCUT programına aktarılmış ve numunelerin kesim yönleri belirlenmiştir. Kesme teli olarak 0.18 mm çapında molibden tel kullanılmıştır. Tel erozyonda kullanılan kesme parametreleri ise tezgah birimleri üzerinden darbe genişliği A, darbe aralığı A, servo oranı 3 ve motor hızı 0 olarak ayarlanmıştır. Kesim sonrası numuneler 240 grit zımpara ile zımparalanmıştır. AZ31B magnezyum alaşımı numune kesim süreci Şekil 2'de detaylandırılmıştır.



Şekil 2. AZ31B magnezyum alaşımı çekme numunesi kesim süreci a) 2B çizim, b) Tel erozyon makinesi, c) Kontrol paneli ve d) Çekme numuneleri.

Numunelerin ASTM D638-Tip 4 standardına göre boyutları Şekil 3a'da detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Numunelerin üretim sonrası boyutsal ölçüleri Mitutoyo 500-181-30 kumpas (Mitutoyo Grup, Japonya) kullanılarak kontrol edilmiştir. Numunelerin ölçüm alınan yerleri A (kırmızı), B (yeşil) ve C (mavi) olarak Şekil 3b'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Çekme numuneleri a) ASTM D638-Tip 4 standart ölçüleri ve b) Ölçüm noktaları.

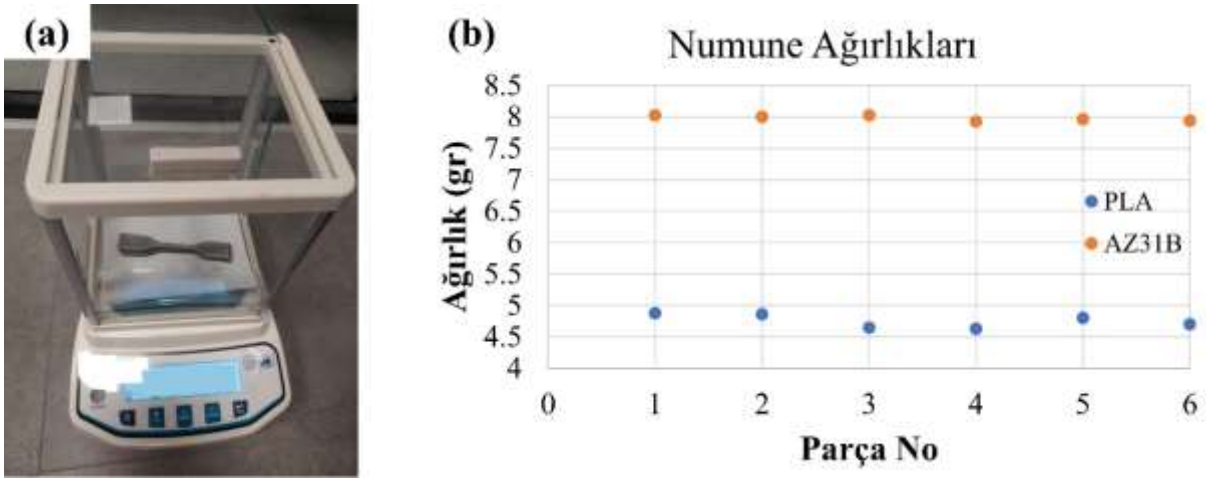
Şekil 3b'de gösterildiği gibi A, B ve C bölgelerinden üçer adet ölçüm alınmıştır. Alınan değerlerin ortalaması hesaplanarak bölge değerleri bulunmuştur. PLA için A, B ve C bölgelerinin en yüksek değerleri sırasıyla 19.17 mm, 6.15 mm ve 3.35 mm olurken, AZ31B için bu değerler 19.08 mm, 5.97 mm ve 3.11 mm olarak ölçülmüştür. PLA ve AZ31B çekme numuneleri için ölçüm değerleri Tablo 2'de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 2. A, B ve C bölgelerine göre ölçüm değerleri.

PLA				**AZ31B**			
Numune	**A**	**B**	**C**	**Numune**	**A**	**B**	**C**
1	19.1	6.05	3.27	**1**	18.93	5.97	3.11
2	19.17	6.02	3.35	**2**	18.93	5.93	3.08
3	19.14	6.1	3.33	**3**	18.98	5.94	3.09
4	19.04	6.15	3.31	**4**	18.92	5.93	3.05
5	19.07	6.06	3.32	**5**	18.94	5.96	3.05

6	19.03	6.15	3.33	**6**	18.94	5.94	3.04

Bir sonraki adımda numunelerin ağırlıkları 0.001 g hassasiyete sahip ISO-Lab elektronik tartı ile tartılmıştır. Böylece yapıştırma sonrası malzemelerdeki toplam yapıştırıcı miktarı hesaplanabilecektir. Her malzeme için yapılan ağırlık ölçümlerine ait değerler Şekil 4'te gösterilmektedir.



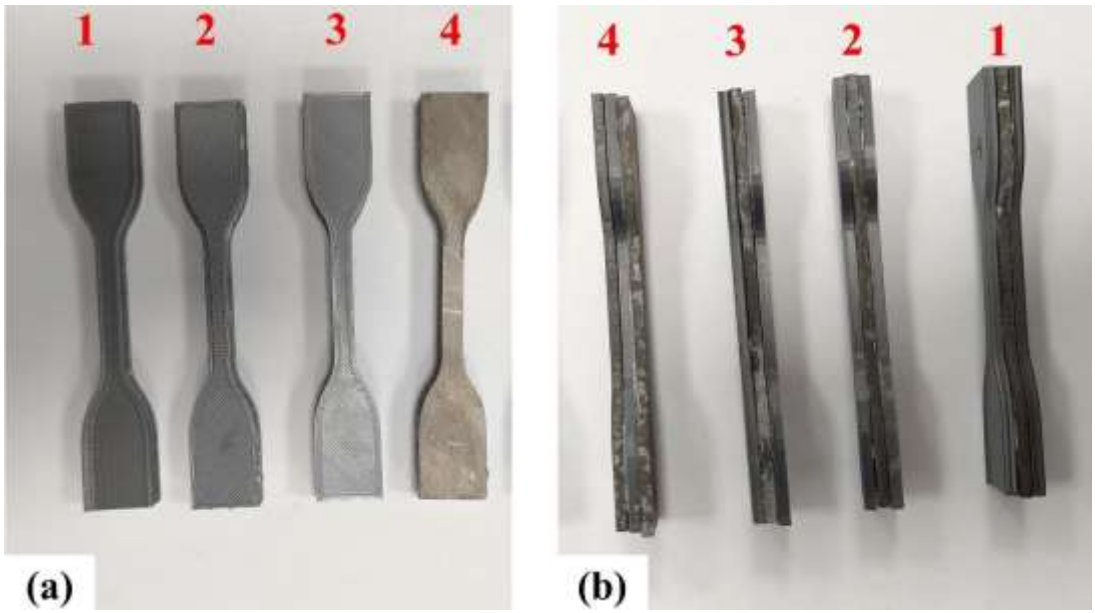
Şekil 4. Numunelerin ağırlık ölçümü a) Elektronik tartı ve b) Ağırlık numune grafiği.

Numunelerle ilgili üretim ve ölçüm sürecinden sonra siyanoakrilat (Akfix, Türkiye) yapıştırıcı tüm yüzeyleri birbirine yapışacak şekilde bağlanmıştır. Numuneler Tablo 3'te olduğu gibi numune sıralarına göre birbirleriyle yapıştırılmıştır. Yapıştırma sonrası tüm numuneler 2 saat boyunca kapalı bir ortamda bekletilmiştir. 2 saat sonunda gözle ve elle muayene edilerek yapışma durumları kontrol edilmiştir.

Tablo 3. Yapıştırmalı bağlantı için numune kodlaması.

Kombinasyon	**Numune**	**Kombinasyon**	**Numune**
PLA+AZ31B+PLA	1-1-2	AZ31B+PLA+AZ31B	3-5-4
PLA+AZ31B+PLA	3-2-4	AZ31B+PLA+AZ31B	5-6-6

Tablo 3'te gösterildiği gibi numuneler geniş yüzeyleri birbirlerine bakacak şekilde yapıştırılmıştır. Kuruma işlemi sonrası numuneler numaralandırılmış ve çekme testine hazır hale getirilmiştir. 2 farklı çekme hızı (5 mm/dk ve 50 mm/dk) için hazırlanan PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonlarındaki kompozit sandviç yapılı numunelerin fotoğrafları Şekil 5'te sunulmuştur.



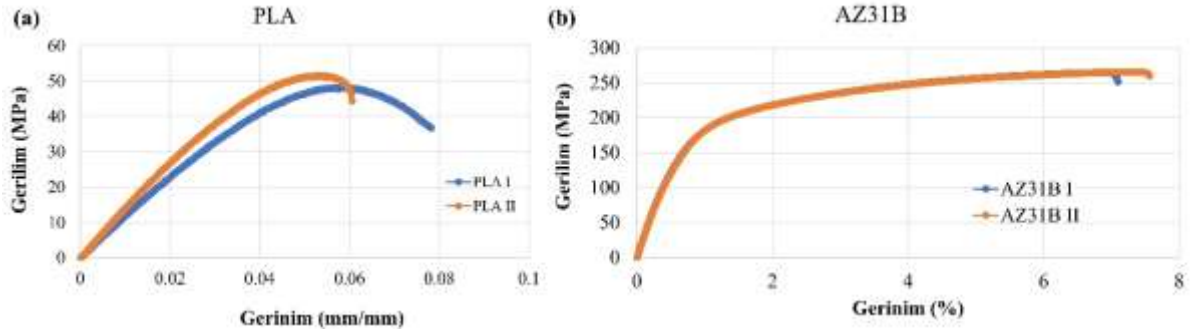
Şekil 5. PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonlarındaki numuneler a) Ön görünüş ve b) Yan görünüş.

PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonlarındaki kompozit sandviç yapıdaki numuneler yapıştırma öncesi ve yapıştırma sonrası Şekil 4a'da gösterilen elektronik hassas tartı ile tartılmıştır. Yapıştırma öncesi ve yapıştırma sonrası sonuçlar karşılaştırılarak kompozit yapılardaki yapıştırıcı miktarı hesaplanmıştır. Bu değerler Şekil 6'da grafik şeklinde gösterilmektedir.

Şekil 6. Kombinasyonlara göre yapıştırıcı miktarı.

3. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonlarındaki kompozit sandviç yapıların çekme test sonuçlarının değerlendirilebilmesi için numunelerin ham halleri çekme testine tabi tutulmuştur. Çekme testi için Besmak BMT-300E (Besmak Elektronik, Türkiye) modelli servo elektromekanik üniversal test cihazı kullanılmıştır. Cihaz 300 kN yük kapasitesine, 24 bit yük ölçüm çözünürlüğüne, 0.5 hassas yük hücresi sınıfına ve çift kolonlu yapıya sahiptir. Çekme numunelerinin kalınlığına uygun olarak çekme kafaları bağlanmış ve numuneler sabitlenmiştir. Ham numuneler için çekme testinde elde edilen sonuçlar Şekil 7'de gösterilmektedir.

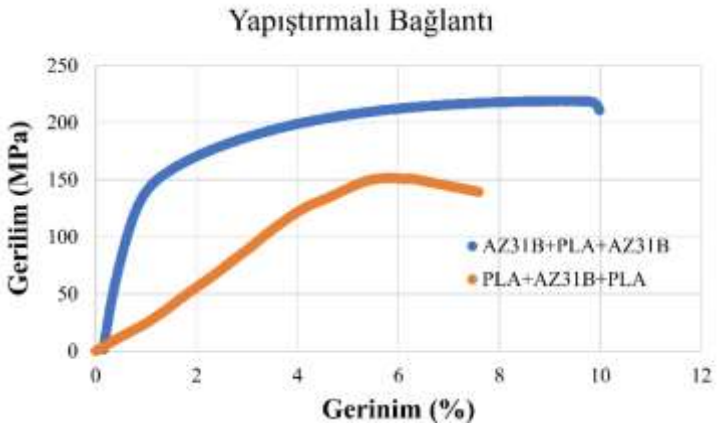


Şekil 7. Ham numuneler için çekme testi sonuçları a) PLA ve b) AZ31B magnezyum alaşımı.

Şekil 7a'da PLA çekme testi sonuçları için nihai çekme dayanımı 48.26 MPa ve 51.58 MPa'dır. Literatürde PLA için yapılan çekme testi sonuçlarına bakıldığında 45 ile 60 MPa arası değerler aldığı gözlemlenmiştir (Agaliotis ve diğerleri, 2022; Grabowik, Kalinowski, Ćwikła, Paprocka ve Kogut, 2017; Soltani, Noroozi, Bodaghi, Zolfagharian ve Hedayati, 2020). Daha düşük olan I. Numune için gerinim değeri 7.82% olurken II. Numune için bu değer 6.05% olarak bulunmuştur. Bu durum PLA numunelerde baskı sırasında karşılaşılabilen birleşme hatalarına atfedilebilmektedir.

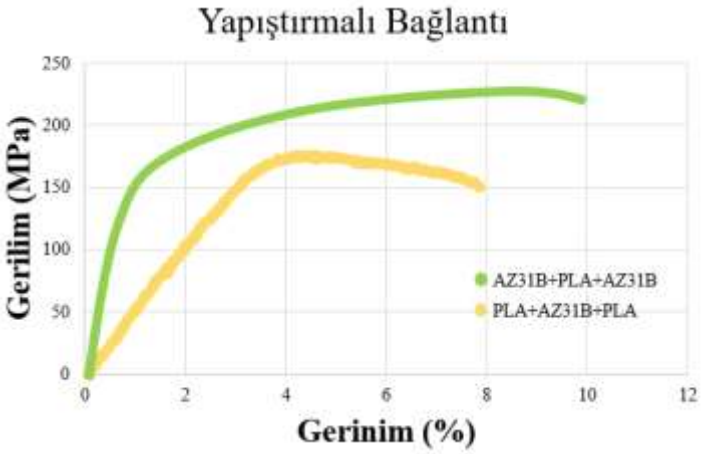
AZ31B magnezyum alaşımı için nihai çekme dayanımı 264.68 MPa ve 265.5 MPa çıkmıştır. Literatür incelendiğinde benzer değerlerin olduğu gözlemlenmiştir (Dong, Zhang, Dong, Pan ve Chai, 2021). Ayrıca uzama değerleri beklenildiği gibi PLA numunelerinden yüksektir ve 7.09% ve 7.56% olarak bulunmuştur. PLA numunelerinde sapma gösteren nihai çekme ve gerinim değerlerinin magnezyum alaşımında eser miktarlarda saptığı gözlemlenmiştir. Bu numunelerin yekpare plakada aynı hadde yönünde çıkarılmasına bağlanmaktadır.

PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonlarındaki kompozit sandviç yapıların 5 mm/dk çekme hızındaki testlerine ait sonuçlar Şekil 8'de gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar kıyaslandığında mukavemet değerlerinin magnezyum alaşımına göre düştüğü ancak PLA alaşımına göre arttığı gözlemlenmiştir. Kompozit sandviç yapıları için en yüksek nihai çekme dayanımı AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonunda 219.23 MPa olarak hesaplanmıştır. Aynı koşullar için en düşük nihai çekme dayanımı ise 151.81 MPa olarak PLA+AZ31B+PLA kompozitinde bulunmuştur.



Şekil 8. 5 mm/dk çekme hızında kompozit sandviç yapıların gerilim/gerinim eğrisi.

Kompozit sandviç yapıların 50 mm/dk çekme hızındaki gerilim-gerinim eğrileri Şekil 9'da gösterilmiştir. Elde edilen değerler kıyaslandığında Şekil 8'deki sonuçlara benzer bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Ancak sonuçlar birbirleriyle kıyaslandığında yüksek çekme hızlarında daha iyi sonuçların elde edildiği göze çarpmaktadır. Kompozit sandviç yapıları için en yüksek nihai çekme dayanımı AZ31B+PLA+AZ31B kombinasyonunda 231.42 MPa olarak hesaplanmıştır. Aynı koşullar için en düşük nihai çekme dayanımı ise 174.38 MPa olarak PLA+AZ31B+PLA kompozitinde bulunmuştur.



Şekil 9. 50 mm/dk çekme hızında kompozit sandviç yapıların gerilim/gerinim eğrisi.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma farklı kombinasyonlara sahip kompozit sandviç mekanik özelliklerini açıklamayı amaçlamaktadır. Bunun için AZ31B magnezyum alaşımı ve PLA numuneleri hazırlanmış ve siyanoakrilat yapıştırıcı yardımıyla birbirlerine bağlanmıştır. Kombinasyon olarak PLA+AZ31B+PLA ve AZ31B+PLA+AZ31B kullanılarak merkezde farklı malzemenin olduğu sandviç yapılardaki çekme mukavemetinin değişimi incelenmiştir. Çekme testleri ise 5 mm/dk ve 50 mm/dk olarak 2 farklı çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Kıyaslama yapabilmek için ham numunelere de çekme testi uygulanmıştır. PLA numunelerde sonuçların birbirinden farklı olması üretim sırasında karşılaşılabilecek üretim kusurlarına atfedilmiştir. Ham AZ31B magnezyum alaşımının nihai çekme dayanımı göre kompozit sandviç yapıların nihai çekme dayanımı düşüş göstermiştir. Ancak aynı durum PLA numuneler için geçerli değildir ve artış oranları yaklaşık olarak 3 katı kadardır. AZ31B+PLA+AZ31B sandviç kompozit yapıları PLA+AZ31B+PLA kompozit yapılarına göre çok daha yüksek nihai dayanımı elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

Agaliotis, E. M., Ake-Concha, B. D., May-Pat, A., Morales-Arias, J. P., Bernal, C., Valadez-Gonzalez, A., … Flores-Johnson, E. A. (2022). Tensile Behavior of 3D Printed Polylactic Acid (PLA) Based Composites Reinforced with Natural Fiber. *Polymers*. doi:10.3390/polym14193976

Çelik, İ. (2019). Yüzey İşlemi Uygulanmış AZ31 Mg Alaşımının Yapısal Özelliklerinin ve Aşınma Davranışının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*, 136–142. doi:10.17714/gumusfenbil.393308

Dong, J. R., Zhang, D. F., Dong, Y. F., Pan, F. S. ve Chai, S. Sen. (2021). Critical damage value of AZ31B magnesium alloy with different temperatures and strain rates. *Rare Metals*, *40*(1), 1–6. doi:10.1007/s12598-014-0440-y

Feng, F., Huang, S., Meng, Z., Hu, J., Lei, Y., Zhou, M., … Yang, Z. (2014). Experimental study on tensile property of AZ31B magnesium alloy at different high strain rates and temperatures. *Materials & Design*, *57*, 10–20. doi:https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.12.031

Grabowik, C., Kalinowski, K., Ćwikła, G., Paprocka, I. ve Kogut, P. (2017). Tensile tests of specimens made of selected group of the filament materials manufactured with FDM method. *MATEC Web of Conferences*, *112*, 1–6. doi:10.1051/matecconf/201711204017

Gunasekaran, K. N., Aravinth, V., Muthu Kumaran, C. B., Madhankumar, K. ve Pradeep Kumar, S. (2021). Investigation of mechanical properties of PLA printed materials under varying infill density. *Materials Today: Proceedings*, *45*, 1849–1856. doi:https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.041

Jayanth, N., Jaswanthraj, K., Sandeep, S., Mallaya, N. H. ve Siddharth, S. R. (2021). Effect of heat treatment on mechanical properties of 3D printed PLA. *Journal of the Mechanical Behavior of*

Biomedical Materials, *123*, 104764. doi:https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104764

Kaynak, C. ve Varsavas, S. D. (2018). Performance comparison of the 3D-printed and injection-molded PLA and its elastomer blend and fiber composites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, *32*(4), 501–520. doi:10.1177/0892705718772867

Kristiawan, R. B., Imaduddin, F., Ariawan, D., Ubaidillah ve Arifin, Z. (2021). A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters. Open Engineering, *11*(1), 639–649. doi:doi:10.1515/eng-2021-0063

Nam, D., Lim, D., Kim, S.-D., Seo, D., Shim, S. E. ve Baeck, S.-H. (2018). The fabrication of a conversion film on AZ31 containing carbonate product and evaluation of its corrosion resistance. *Journal of Alloys and Compounds*, *737*, 597–602. doi:https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.12.061

Soltani, A., Noroozi, R., Bodaghi, M., Zolfagharian, A. ve Hedayati, R. (2020). 3D Printing On-Water Sports Boards with Bio-Inspired Core Designs. *Polymers*, *12*(1), 250. doi:10.3390/polym12010250

Yokoyama, T. (2003). Impact Tensile Stress–strain Characteristics of Wrought Magnesium Alloys. *Strain*, *39*(4), 167–175. doi:https://doi.org/10.1046/j.1475-1305.2003.00086.x

Zhao, F., Li, Y., Suo, T., Huang, W. ve Liu, J. (2009). Dynamic compressive behavior and damage mechanism of cast magnesium alloy AZ91. *Zhongguo Youse Jinshu Xuebao/Chinese J. Nonferrous Met*, *19*(7), 1163–1168.

NEW CUBIC HERMITE SUBDOMAIN FINITE ELEMENT METHOD FOR SOLVING A PROTOTYPE DIFFERENTIAL EQUATION

Ali Sercan KARAKAŞ

Inonu University, Mathematics Department, Malatya, 44280, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8622-1127

Nuri Murat YAĞMURLU

Inonu University, Mathematics Department, Malatya, 44280, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-1593-0254

ÖZET

Bu çalışmada, ele alınacak yöntemin açık ve anlaşılır bir şekilde anlatılabilmesi ve böylece daha sonra daha yüksek mertebeden hem lineer hem de lineer olmayan adi, kısmi ve kesirli mertebeden denklemlere uygulanabilmesi için, ilk önce tam çözümü olan lineer bir adi diferansiyel denklem üzerinde kübik Hermite subdomain sonlu elemanlar yöntemi uygulanacaktır. Bunun için, ilk olarak kullanılacak olan sonlu elemanlar yönteminin temel adımları uygulanacaktır. Bu adımlar sırasıyla; ilk olarak problem ile birlikte verilen çözüm bölgesinin eşit uzunluklu alt bölgelere ayrılması, elde edilen bu alt bölgelerden tipik bir eleman seçilmesi, seçilen bu tipik eleman üzerinde nümerik yaklaşımda kullanılacak baz fonksiyonlar yardımıyla eleman denkleminin elde edilmesidir. Elde edilen bu eleman denklemi tüm bölge üzerinde kullanılır ve sonrasında problem ile birlikte verilen homojen sınır şartları uygulanarak çözülebilir bir cebirsel denklem sistemi elde edilir. Bu temel adımlar takip edilirken, tipik eleman üzerinde eleman denklemi türetilirken homojen sınır şartları ile verilen adi diferansiyel denklemin ilk olarak ağırlıklı kalan ifadesi elde edilir. Cubic Hermite Subdomain Method (CHSM) yöntemi kullanılacağı için, elde edilen bu ifadede ağırlık fonksiyonu $w_j = 1$ olarak alınır ve problem ile verilen çözüm bölgesi üzerinde integre edilir. Bu işlemden sonra elde edilen yaklaşımda kübik Hermite bazların kendisi ve denklemde istenen mertebeden türevleri yerine yazılır. Elde edilen şemanın kolay ve daha iyi anlatılabilmesi için bölge ilk olarak dört elemana bölünür ve sınır şartları uygulanır. Böylece artık istenen M bölüntü sayısı için şemanın elde edilmesi mümkün hale gelmiştir. Bir sonraki adımda ise elde edilen şemanın pseudo kodu yazılır. Bu pseudo kod herhangi bir bilgisayar programlama dilinin sintaks kuralları kullanılarak programa dönüştürülebilir. Biz bu çalışmada en yaygın olarak kullanılan sembolik programlama dillerinden biri olan MATLAB R2015a platformunu kullanarak simülasyonları çalıştıracağız. Bu simülasyonlardan konum yönündeki farklı M bölüntü değerleri için yaklaşık sonuçlar elde edilir. Bu çalışmaya esas olan problemin tam çözümü mevcut olduğundan dolayı hem L_2 hem de L_∞ hata normları hesaplanmış ve tablolar ile grafikler halinde sunulur.

Anahtar Kelimeler: Diferansiyel denklem, Cubic Hermite baz fonksiyonları, Subdomain Sonlu Elemanlar Yöntemi, Crank-Nicolson Type yaklaşım.

Bu çalışma İnönü Üniversitesi tarafından FDK-2023-3402 numaralı bilimsel araştırma projesi kapsamında desteklenmektedir.

ABSTRACT

In this study, in order to explain the method in a clear and understandable way so that it can be applied to higher order ordinary, partial and fractional order equations, both linear and nonlinear, the cubic Hermite subdomain finite element method will first be applied on a linear ordinary differential equation having exact solution. For this purpose, the basic steps of the finite element method will be applied first. These steps are as follows; firstly, the solution domain given with the problem is divided into

subdomains of equal length, a typical element is selected from this set of subdomains, the element equation is obtained with the help of the basis functions to be used in the numerical approach on this selected typical element. This element equation is used over the whole region and then a solvable system of algebraic equations is obtained by applying the homogeneous boundary conditions given with the problem. Following these fundamental steps, when deriving the element equation on a typical element, the weighted residual expression of the ordinary differential equation given with homogeneous boundary conditions is first obtained. Since the Cubic Hermite Subdomain Method (CHSM) will be used, the weight function is taken as $w_j = 1$ in this expression and integrated over the solution domain given by the problem. In the approximation obtained after this operation, the cubic Hermite basis functions themselves and their derivatives of the desired order in the equation are substituted in their places. For simplicity and clarity of the resulting scheme, the region is first divided into four elements and the boundary conditions are applied. Thus, it is now possible to obtain the scheme for the desired number of M partitions in the spatial direction. In the next step, the pseudo code of the obtained scheme is written. This pseudo code can be converted into a program using the syntax rules of any computer programming language. In this study, we will run simulations using MATLAB R2015a platform, one of the most widely used symbolic programming languages. From these simulations, approximate results are obtained for different values of M partitions in the spatial direction. Since the exact solution of the problem underlying this study is available, both of the error norms L_2 and L_∞ are calculated and presented in tabular and graphical formats.

Keywords: Differential Equation, Cubic Hermite basis functions, Subdomain Finite Element Method, Crank-Nicolson Type approach.

This study is supported by Inonu University Scientific Research Project with project number FDK-2023-3402.

INTRODUCTION

Differential equations are mathematical expressions used in almost all applied sciences. They are used in astronomy, engineering, geometry, physics, etc. These equations are usually chosen with appropriate initial and boundary conditions according to the method to be applied. In the current manuscript, the stages and results of a numerical study on a given ordinary differential equation with homogeneous boundary conditions using the subdomain finite element method based on cubic Hermite spline basis functions will be discussed. In order to make the subdomain finite element method to be easily understood, the method has been applied to a boundary value problem (BVP) involving the second-order ordinary differential equation.

LITERATURE

This section is devoted to a brief literature review about the cubic Hermite basis functions on which this method is based. Among others, first of all, a research paper on singularity of cubic Hermite splines is presented by Amat et al. (2023). Then, a work on a nonlinear problem using cubic Hermite splines with a powerful hybrid technique is presented by Ayebire et al. (2024). In their work, Ayebire et al. have studied the stability of the proposed scheme using the error norms L_2 and L_∞. Ganaie and Kukreja have presented the numerical solutions of the Burgers equation on a test problem with the finite element collocation method based on cubic Hermite basis functions (Ganaie, Kukreja, 2014). They have also shown that their scheme is unconditionally stable in temporal direction. An application of the cubic Hermite collocation finite element method on an equation is given by Ganaie et al. (2016). They also obtained the error estimates for semi-discrete solutions and verified by numerical experiments. Kumar (Kumar, 2024) has presented an application of cubic Hermite collocation technique on a differential equation. The author has presented the numerical results in tabular and graphical forms. Kutluay et al. (Kutluay et al, 2004) have solved the Burgers equation using the least squares finite element method based on classical quadratic B-spline basis functions. The authors have studies three test problems to demonstrate the accuracy of their method. Numerical study on the 1D dimensional heat equation using

cubic Hermite bases is studied by (Kutluay, Yağmurlu & Karakaş, 2022). The authors have shown that their newly obtained results are reliable and accurate by means of the calculated error norms and finally proposed that their method may also be used successfully to find the approximate solutions of numerous nonlinear problems encountered widely in many applied sciences.

CUBIC HERMITE SUBDOMAIN METHOD AND PROTOTYPE PROBLEM INTRODUCTION

Differential Equations (DEs) serve as an effective means for modeling various physical phenomena like fluid dynamics, heat transfer, structural mechanics and so on. The mathematical solutions for these DEs can be extremely challenging to handle, requiring the application of specialized methods to obtain analytical solutions. Therefore, numerous computational techniques have been designed to deal with this class of problems such as finite difference methods, finite element methods, finite volume methods and boundary element methods. In this study, the application of the method is going to be presented in a clear and understandable way on a prototype problem. For the application of the method, the following prototype equation is considered

$$\frac{d^2u}{dx^2} + u + x = 0$$

with the following homogenous boundary conditions.

$$u(0) = 0, \qquad u(1) = 0.$$

The analytical solution of this boundary value problem is given as follows

$$u(x) = \frac{sinx}{sin1} - x$$

Here, the first weighted residual form of the model problem is obtained in the following form:

$$\int_0^1 \left[\frac{d^2u}{dx^2} + u + x\right] w_j dx = 0$$

If the load on the dependent variable u is shared between the weight function w_j and the approximation function H_j by using partial integration

$$\int_0^1 \left[-\frac{du}{dx}\frac{dw}{dx} + uw_j + xw_j\right] dx + \left|w_j \frac{du}{dx}\right|_0^1 = 0$$

is obtained. If the weight function is selected as w_j=1 according to the subdomain method and the expression is revised, one obtains

$$\left|\frac{du}{dx}\right|_0^1 + \int_0^1 u\, dx = -\int_0^1 xdx$$

Numerical approximation found out with cubic Hermite basis functions for j=1(1)4 is given in the following form

$u \approx u_M(x) = \sum_{j=1}^{4} a_{j+2k-2} H_j.$

In a more explicit way, the approximation itself and its first order derivative are given as

$$U(x) = a_{2k-1}H_1 + a_{2k}H_2 + a_{2k+1}H_3 + a_{2k+2}H_4$$
$$hU'(x) = a_{2k-1}A_1 + a_{2k}A_2 + a_{2k+1}A_3 + a_{2k+2}A_4$$

For more detailed information on cubic Hermite basis functions, the following references should be reviewed: Ganaie et al (2014). If the approximation functions are written in place of the equation,

$$|(a_{2k-1}A_1 + a_{2k}A_2 + a_{2k+1}A_3 + a_{2k+2}A_4)|_0^1 +$$

$$\int_0^1 a_{2k-1}H_1 + a_{2k}H_2 + a_{2k+1}H_3 + a_{2k+2}H_4\,dx = -\int_0^1 xdx$$

is obtained.

Necessary mathematical procedures are applied to this equation. To explain; in obtaining the scheme, the solution region is usually divided by 4 and k=1(1)4 is substituted in the expression obtained. In the resulting system of equations, a solvable system of algebraic equations is obtained by applying the boundary conditions given by the problem. Now the matrix form of the problem to be written in computer environment is obtained. The code of this matrix written in computer environment with the help of MATLAB R2015a program. And the results of the problem are output according to the desired location step lengths. These data are presented in the following section with the help of tables and graphs.

Table 1. The error values for the current approximate solutions u for various values of M.

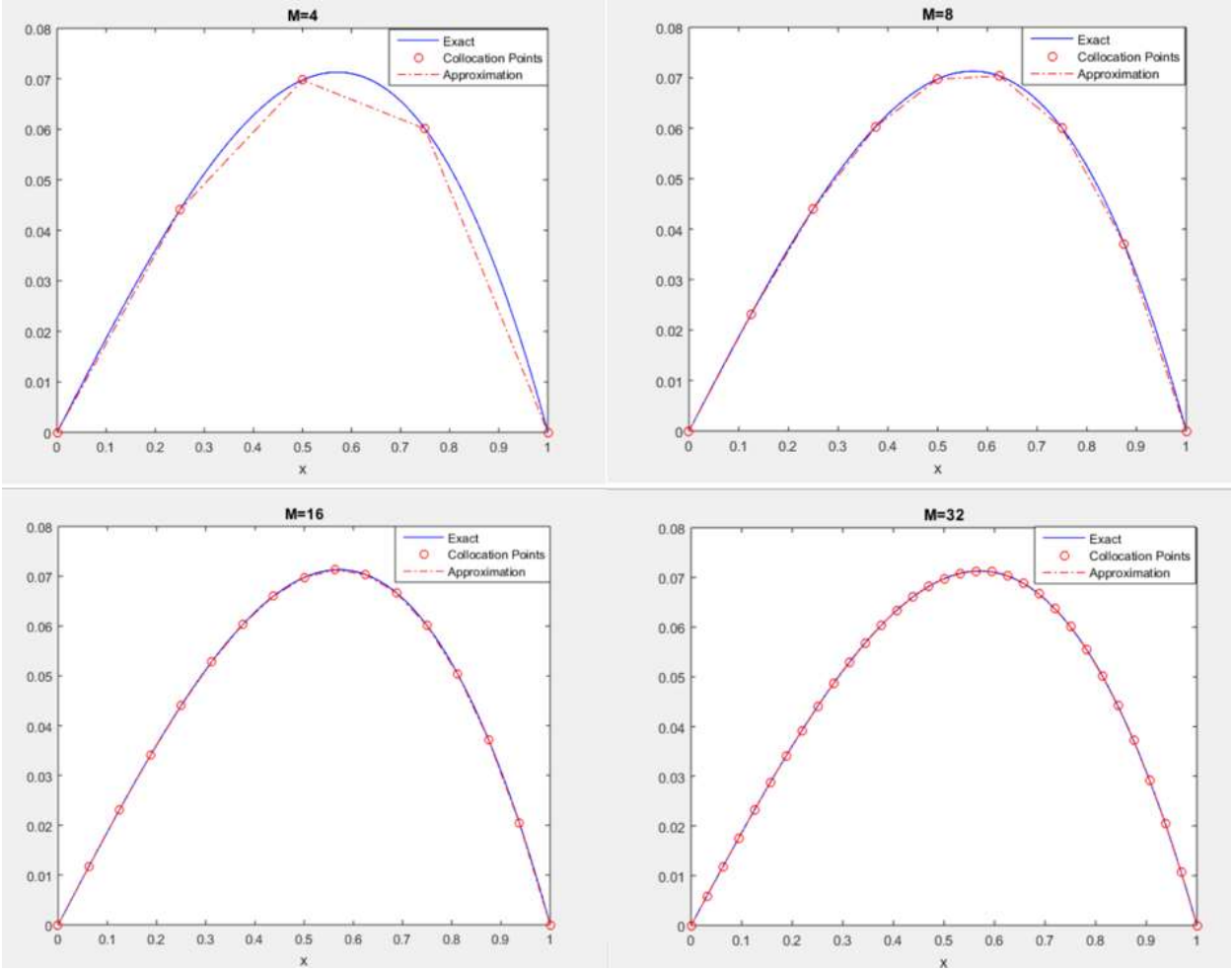
M	L_2	L_∞
4	2.2999e-07	3.1554e-07
8	1.4437e-08	1.9804e-08
16	9.0302e-10	1.2597e-09
32	5.6449e-11	7.8742e-11
64	3.5281e-12	4.9214e-12
128	2.2060e-13	3.0768e-13
256	2.7922e-14	3.9801e-14
512	2.2075e-13	3.1149e-13
1024	8.8885e-13	1.2542e-12

As the number of partitions <<M>> decreases, i.e. the size of the subintervals obtained in the segmentation of the solution domain increases, there is an inverse correlation with the results up to a certain number of partitions.

Table 2. The error values L_2 and L_∞ for the current approximate solutions u_M for various values of M.

M	L_2	L_∞
10	5.9158e-09	8.2059e-09
100	6.0748e-13	8.4741e-13
200	8.7691e-14	1.2294e-13
300	5.2873e-14	7.4746e-14
400	2.4841e-13	3.5051e-13
500	8.7961e-13	1.2411e-12

When Table 2 is examined, it is clearly seen that as the number of divisions M increases, that is, as the step length in the location direction decreases, not only the error norm L2 but also at the same time the error norm L_∞ generally decrease, but after a certain number of divisions, this improvement cannot be clearly observed due to rounding errors in the computer, as it is seen in Table 1.



The graphs of approximate numerical and analytical solutions for various values of M are illustrated in the four sub-figures of Figure 1. As it can be seen from the figures both solutions are so close to each other such that they are almost indistinguishable. This is obviously evidence of the accuracy and reliability of the present scheme.

Moreover, when Figure 1 is examined, it is obviously seen that as the number of partitions M in spatial direction increases, the approximate solution approaches to the exact solution, and even after a certain number of partitions, the graphs of the exact solution and the approximate solution come together to such an extent that they nearly overlap. Since the exact and approximate solution graphs completely overlap for partition numbers greater than M = 32, the graphs for these partition numbers are not given.

CONCLUSION

In the present study, the prototype problem considered is an ordinary differential equation, the base considered and the application of the method on this model equation are given. The analytical solution of the prototype problem considered is available and is presented with Dirichlet boundary conditions. Subdomain method is selected from the finite element methods based on cubic Hermite basis functions and a numerical research study is presented with cubic Hermite subdomain method. First, the finite element method procedure is applied step by step, the pseudo code of the model problem considered in line with the obtained scheme has been written via symbolic programming language MATLAB2015a program. The numerical results obtained by running the program are presented in the form of tables and graphs in the study. The analytical solution of the prototype problem considered is available and the error norms L_2 and L_∞ are calculated and given. The performance and efficiency of the method can be

seen from these calculated the error norms L_2 and L_∞. When the results are examined in detail, it is seen that the results are quite close to the exact solution up to a certain value of M. Based on this study, we can comment on the easy applicability of the Hermite subdomain method to nonlinear differential equations to be considered in the future. In conclusion, numerical solutions of many others ordinary, partial and fractional order differential equations arising in various branches of applied sciences can be obtained easily and effectively by the current method that is efficient and accurate to be used. The extension of the proposed method to similar problems in one more dimensional domains using unstructured meshes can also be subject of a future work.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is supported by Inonu University Scientific Research Project with project number FDK-2023-3402.

REFERENCES

Amat S., Li Z., Alvarez J.R., Solano C., Trillo J.C. (2023) Adapting Cubic Hermite Splines to the Presence of Singularities Through Correction Terms, Journal of Scientific Computing, https://doi.org/10.1007/s10915-023-02191-9

Ayebire A.M., Kaur I., Alemar D.A., Manshahia M.S., Arora S., (2024) A robust technique of cubic Hermite splines to study the non-linear reaction-diffusion equation with variable coefficients, AIMS Mathematics, 9(4) 8192–8213.

Clough, R. (1960). The Finite Element Method in Plane Stress Analysis, Proceedings of American Society of Civil Engineers, 2nd Conference on Electronic Computation, Pittsburgh, PA,Sept., 23, 345–378.

Ganaie I.A., Kukreja V.K. (2014). Numerical solution of Burgers' equation by cubic Hermite collocation method, Applied Mathematics and Computation 237 571–581. http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2014.03.102

Ganaie I.A., Arora S., Kukreja V.K. (2016). Cubic Hermite collocation solution of Kuramoto–Sivashinsky equation 93:1, 223-235 DOI: 10.1080/00207160.2014.999052

Kumar H. (2024) Numerical Study of Differential Equations Via Cubic Hermite Collocation Technique, NATURALISTA CAMPANO, 28(1)

Kutluay, S., Esen A., Dag I. (2004). Numerical solutions of the Burgers' equation by the least-squares quadratic B-spline finite element method, Journal of Computational and Applied Mathematics 167 21–33.

Kutluay S., Yağmurlu N.M., Karakaş A.S. (2022) An Effective Numerical Approach Based on Cubic Hermite B-spline Collocation Method for Solving the 1D Heat Conduction Equation, 10(4), 20-31. http://dx.doi.org/10.20852/ntmsci.2022.485

Reddy, J.N. (1993). An introduction to the finite element method, McGraw-Hill, New York.

FARKLI ORANLARDA KARBON LİF KULLANILARAK ÜRETİLEN GEOPOLİMER BETONLARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF GEOPOLYMER CONCRETES PRODUCED USING DIFFERENT RATIOS OF CARBON FIBER

Dr. Öğr. Üyesi Enes EKİNCİ

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Battalazi, Malatya.

ORCID ID:https://orcid.org/0000-0001-7669-887X

ÖZET

Modern yapı teknolojisinin temel unsuru olarak kabul edilen geleneksel Portland çimentosunun kullanımı, çevre kirliliği ve yapı dayanıklılığı açısından çeşitli olumsuz etkileri beraberinde getirmektedir. Çimentonun kullanımından kaynaklanan çevresel problemlerin yanı sıra, yüksek fırın cürufu, uçucu kül gibi endüstriyel yan ürünlerin ortaya çıkmasının da sürdürülebilir bir çevre için oldukça yıpratıcı etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkilerin minimize edilmesi amacıyla, geopolimer bağlayıcılar, literatürde geniş bir biçimde araştırılmakta ve çimentoya daha çevreci bir alternatif kazandırma noktasında araştırmacılar yoğun bir çaba sarf etmektedir. Geopolimer bağlayıcıların kullanımı ile çimento üretiminden kaynaklanan çevresel problemlerin engellenmesine ek olarak, endüstriyel yan ürünlerin yeniden üretime kazandırılarak döngüsel ekonomiye katkı sağlanmış olacaktır. Her ne kadar, geopolimer betonlar bu önemli avantajlara sahip olsa da, geopolimer betonların gevrek yapısı uygulamalarda birtakım olumsuz durumları beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, öğütülmüş yüksek fırın cürufu (YFC) esaslı geopolimer betonlar üzerine farklı oranlarda karbon lif ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Beton karışımlarına hacimce 5 farklı oranda (%0, %0.5, %1, %1.5 ve %2) karbon lif etkisinin araştırıldığı geopolimer beton numuneleri 10 M sodyum hidroksit (NaOH) kullanılarak aktive edilmiştir. Üretilen tüm geopolimer beton örneklerinde alkali aktivatör / bağlayıcı oranı 0,65 olacak şekilde sabit tutulmuştur. Geopolimer beton üretiminde agrega olarak ve üç farklı boyut aralığında (0 - 2 mm, 2 - 4 mm ve 4 - 8 mm) dere agregaları kullanılmıştır. Üretim parametreleri bu şekilde belirlenen taze geopolimer beton örnekleri 50 x 50 x 50 mm^3 boyutlarına sahip çelik kalıplara yerleştirilmiştir. Kalıplara yerleştirilen geopolimer beton örnekleri 24 saat sonra kalıplardan çıkarılmış ve kür ortamında bekletilmeye başlanmıştır. Üretilen geopolimer beton örnekleri, laboratuvar şartlarında kür edilmiştir. Geopolimer beton örneklerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımı değerleri incelenmiştir. Elde edilen deneysel bulgular, lif oranının geopolimer betonların mekanik özellikleri ve kırılma yapıları üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Sonuçlar, ayrıca, % 2 oranında karbon lif kullanımının numunelerin yerleştirme ve sıkıştırma işlemlerinde güçlüklere yol açtığını ve yüksek mekanik özelliklerin elde edilmesinin optimum lif oranı kullanımı ile mümkün olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Geopolimer; Karbon Lif; Beton; Basınç Dayanımı

ABSTRACT

The usage of traditional Portland cement, which is considered as the basic element of modern construction technology, brings with it various negative effects in terms of environmental pollution and structural durability. In addition to the environmental problems arising from the use of cement, the emergence of industrial by-products such as blast furnace slag and fly ash also has quite destructive effects on a sustainable environment. In order to minimize these negative effects, geopolymer binders are extensively researched in the literature and researchers are making intensive efforts to provide a more environmentally friendly alternative to cement. In addition to preventing environmental problems arising from cement production with the use of geopolymer binders, the use of industrial by-products will contribute to the circular economy by recycling them into production. Although geopolymer concretes have these important advantages, the brittle structure of geopolymer concretes brings about

some negative situations in applications. In this study, the effects of the addition of carbon fiber at different ratios to ground blast furnace slag (BFS) based geopolymer concrete samples were investigated. The geopolymer concrete samples in which the effect of carbon fiber was investigated in 5 different ratios (0%, 0.5%, 1%, 1.5% and 2%) in concrete mixtures were activated using 10 M sodium hydroxide (NaOH). The alkali activator / binder ratio was kept constant as 0.65 in all produced geopolymer concrete samples. In the production of geopolymer concrete, river aggregates were used as aggregates and in three different size ranges (0 - 2 mm, 2 - 4 mm and 4 - 8 mm). Fresh geopolymer concrete samples, the production parameters of which were determined in this way, were placed in steel molds with dimensions of 50 x 50 x 50 mm3. The geopolymer concrete samples placed in the molds were removed from the molds after 24 hours and started to be kept in the curing medium. The produced geopolymer concrete samples were cured under laboratory conditions. The 7 and 28-day compressive strength values of the geopolymer concrete samples were examined. The experimental findings revealed that the fiber ratio has significant effects on the mechanical properties and fracture patterns of geopolymer concretes. The results also showed that the use of 2% carbon fiber caused difficulties in the placement and compaction processes of the samples and that obtaining high mechanical properties was possible with the use of optimum fiber ratio.

Keywords: Geopolymer; Carbon Fiber; Concrete; Compressive Strength

INTRODUCTION

Construction technology has been using Portland cement as the basic building block for 200 years. Portland cement, produced by Joseph Aspdin in 1824, continues to show the expected performances today with 27 subtypes under 5 main headings. Cement, which usually constitutes 10% to 15% of the concrete volume, has a great importance on the strength, durability and workability properties of concrete. Cement production is a complex process that requires the preparation of limestone and clay, drying, grinding, then mixing and heating to 1450 °C [1]. Fig.1. represents the process flow diagram for the manufacture of cement. In 2011, cement production caused approximately 2.6 gigatons of CO_2 emissions globally; half of these emissions came from the calcination of limestone and the other half from the combustion of fossil fuels [2]. Additionally, a large amount of electrical energy is required for grinding raw materials and clinker/cement [3].

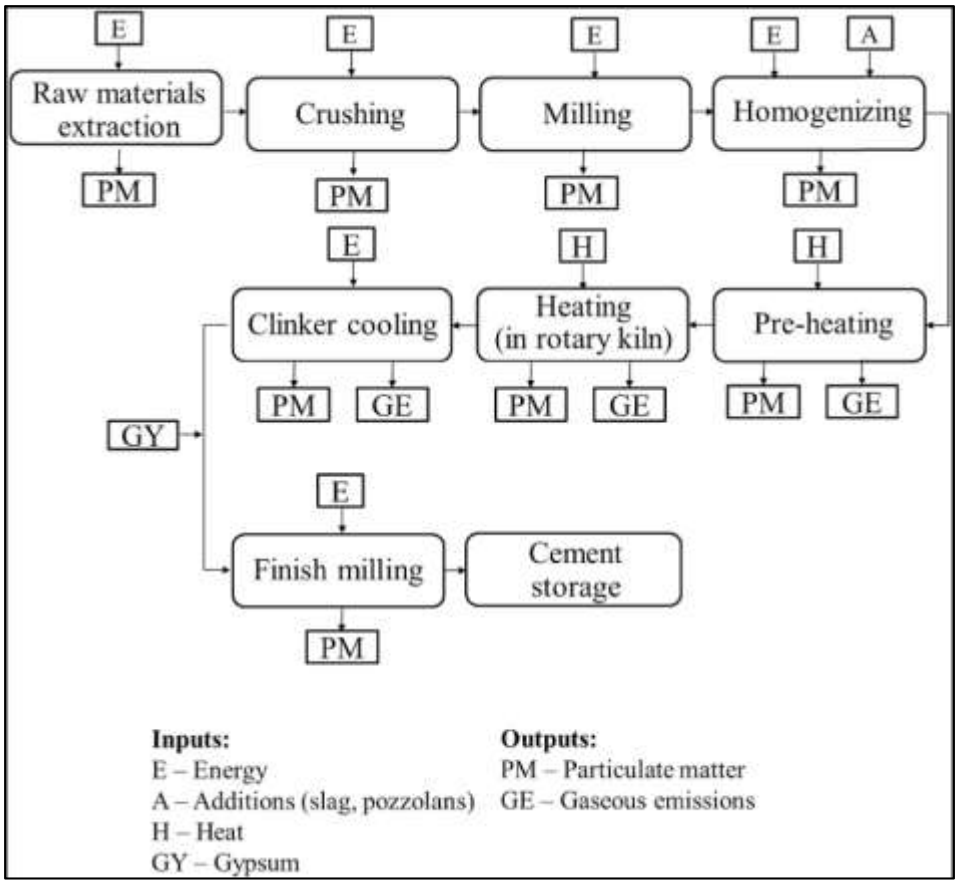


Fig. 1. Process flow diagram for the manufacture of cement [4]

These alarming findings, which can be seen in Figure 2, have long focused the scientific world on efforts to prevent the negative effects of cement production on the clean environment. The most promising result of these efforts can be said to be geopolymer or alkali-activated binders. Introduced by Davidovits in the late 1970s, geopolymer binders have attracted more and more attention from the scientific world over the years, and many studies have been conducted on the possibility of an alternative to cement [5]. Geopolymer binders are new generation building materials formed as a result of the activation of aluminosilicate-based raw materials such as fly ash, metakaolin and ground granulated blast furnace slag with alkalis such as NaOH and Na_2SiO_3 [6]. Although the cost of geopolymer concretes has been determined to be almost the same as traditional concretes and it has been observed that they reduce CO2 emissions by approximately 22-72% [7]. In addition to their environmentally friendly structure, geopolymer concretes have become an increasingly researched subject due to their high strength and superior durability properties [8].

In this study, the effect of adding different amounts of carbon fiber (0%, 0.5%, 1%, 1.5% and 2%) on the compressive strength values of blast furnace slag based geopolymer concretes was investigated. The results revealed that the optimum carbon fiber ratio in the produced geopolymer concretes was 1.5%.

MATERIAL AND METHOD

Material

Blast furnace slag (BFS) was used as a binding agent in the production of geopolymer mortar samples. It is known that full capacity steel production in Turkey is around 50 million tons per year. This situation reveals the importance of using BFS in the production of concrete as an alternative to cement. The used BFS in the production of geopolymer concrete samples is given in Fig. 2.

Fig. 2. Blast gurnace slag

The properties of the carbon fibers used in the study are given in Table 1 and the carbon fibers are presented in Fig. 3.

Table 1. Properties of carbon fiber

Property	**Carbon Fiber**
Flexural Strength	3800 MPa
Elasticity Modulus	228 GPa
Electrical Conductivity	0.00155 ohm-cm
Specific gravity	1.81 g/cm^3
Fiber diameter	7.2 µm
Fiber length	6 mm

Fig. 3. Carbon fiber

Geopolymer mortar mixtures were activated by preparing 10 M NaOH solution. Alkali liquid/binder ratio was determined as 0.6. Mixture calculations of geopolymer mortar samples produced by taking into account different samples are given in Table 2.

Table 2. Mix proportions of geopolymer concrete

Component	**0% CF**	**0.5% CF**	**1% CF**	**1.5% CF**	**2% CF**
BFS	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
NaOH	68,57	68,57	68,57	68,57	68,57
Water	171,43	171,43	171,43	171,43	171,43
CF	0,00	9,00	18,00	27,00	36,00
0-2 mm	629,34	624,54	619,74	614,94	610,14
2-4 mm	432,82	429,51	426,21	422,91	419,61
4-8 mm	639,50	687,22	681,94	676,66	671,38

RESULTS AND DISCUSSION

7-day compressive strength values

As seen in Fig. 4, the 7-day compressive strength values of geopolymer concretes varied between 11.8 MPa and 15.6 MPa. Increasing the carbon fiber ratio from 0% to 1% increased the compressive strength values by approximately 32%. Also, the usage of CF ratio at above 1% decrased compressive strenth values. It was interpreted that this situation was due to the negative effect of the high amount of carbon fiber used on the workability. This conclusion is also confirmed by the surface images of geopolymer concrete samples given in Figure 5. Similarly, it was stated that as the carbon fiber content increased up to a certain value, the dynamic compressive strength and specific energy absorption of geopolymer concrete increased, but then decreases were observed in these values [9].

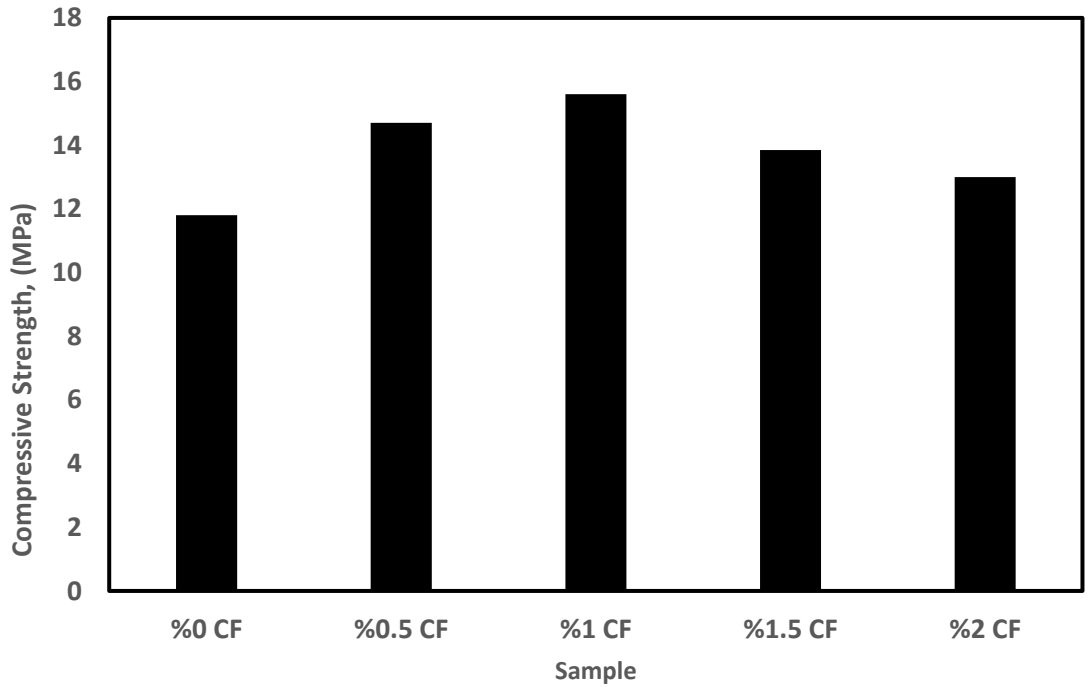


Fig. 4. 7-day compressive strength values of geopolymer concrete samples

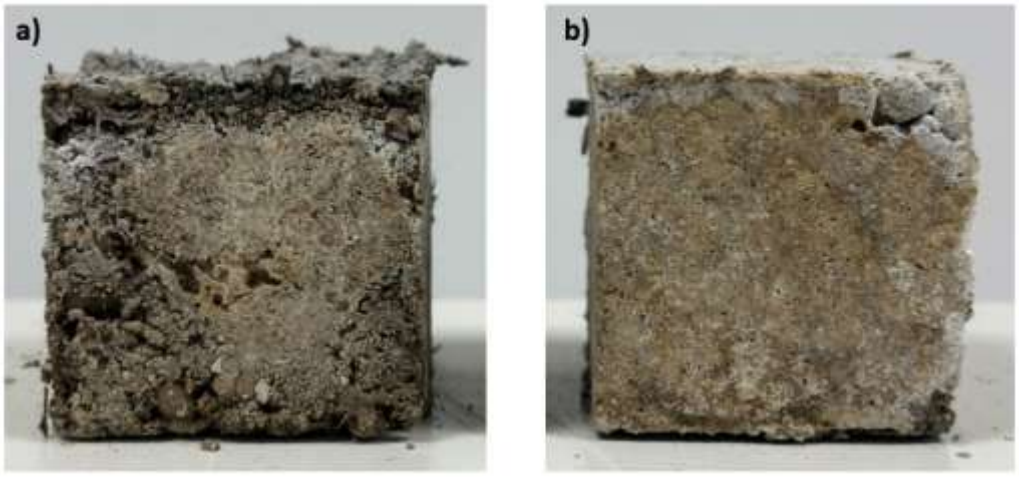


Fig. 5. Surface images of geopolymer concrete samples produced using a) 2% and b) 1.5% carbon fiber.

28-day compressive strength values

Similar to the 7-day compressive strength results, the highest compressive strength values were obtained from geopolymer concrete samples produced using 1% carbon fiber. The highest compressive strength values obtained from 1% CF sample with the 25,26 MPa. Additionally, the lowest compressive strength values were obtained from the group produced using 2% CF. This result revealed that the optimum CF ratio should be used to obtain superior mechanical properties.

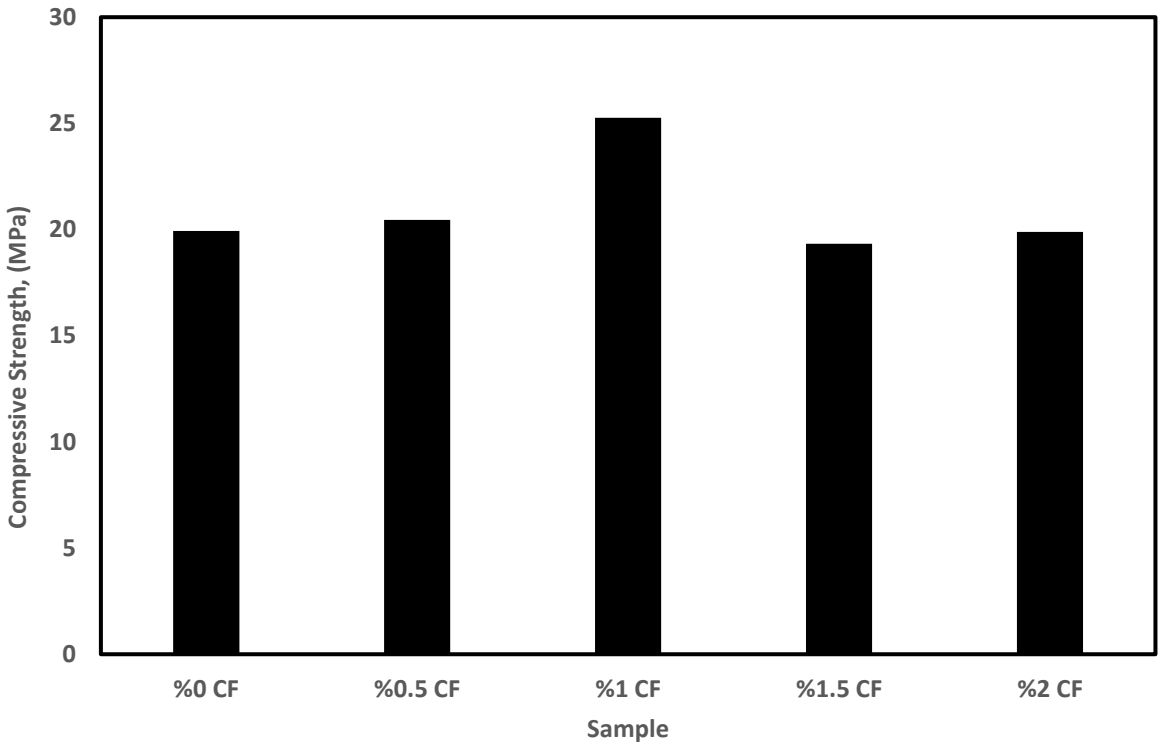


Fig. 6. 28-day compressive strength values of geopolymer concrete

Increases in compressive strength values

As can be seen from Fig. 7, the compressive strength values of all geopolymer concrete samples increased significantly with the curing time increasing from 7 to 28 days. It should be noted that the increase in compressive strength values of BFS-based geopolymer concretes with the curing time without the need for any extra intervention in ambient conditions is a very important feature. The

increase in compressive strength values of all groups, regardless of the fiber ratio used, may make these composites a viable alternative to traditional Portland cement.

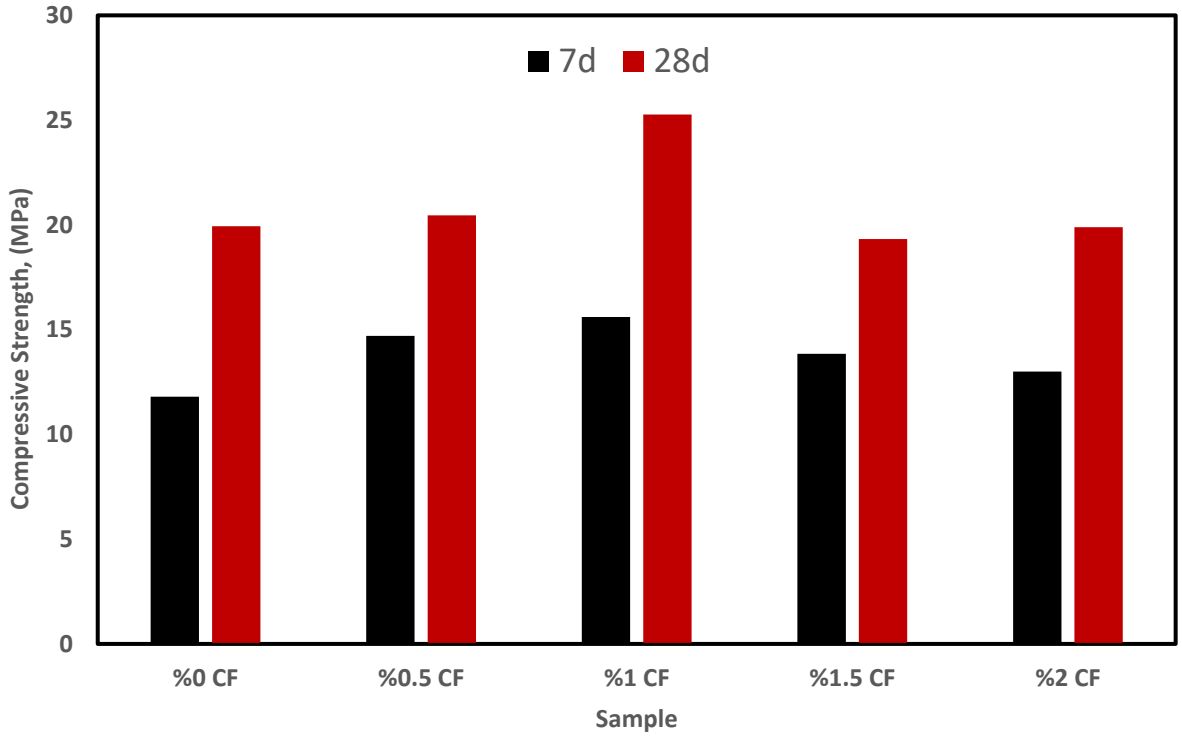


Fig. 7. Increases in compressive strength values of geopolymer concrete

REFERENCES

[1] Mohamad, N., Muthusamy, K., Embong, R., Kusbiantoro, A., & Hashim, M. H. (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review. Materials Today: Proceedings, 48, 741-746.

[2] Gursel, A. P., Masanet, E., Horvath, A., & Stadel, A. (2014). Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review. Cement and Concrete Composites, 51, 38-48

[3] Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Kadner, S., Zwickel, T., ... & Matschoss, P. (Eds.). (2011). Renewable energy sources and climate change mitigation: Special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.

[4] Stafford, F. N., Dias, A. C., Arroja, L., Labrincha, J. A., & Hotza, D. (2016). Life cycle assessment of the production of Portland cement: A Southern Europe case study. Journal of cleaner production, 126, 159-165.

[5] Davidovits, J. Geopolymers: inorganic polymeric new materials. J. Therm. Anal. Calorim., 1991, 37 (8), ss. 1633-1656.

[6] Provis, J. L. (2018). Alkali-activated materials. Cement and concrete research, 114, 40-48.

[7] Assi, L. N., Carter, K., Deaver, E., & Ziehl, P. (2020). Review of availability of source materials for geopolymer/sustainable concrete. Journal of Cleaner Production, 263, 121477

[8] Assi, L., Carter, K., Deaver, E. E., Anay, R., & Ziehl, P. (2018). Sustainable concrete: Building a greener future. Journal of cleaner production, 198, 1641-1651.

[9] Wang, Z., Bai, E., Huang, H., Liu, C., & Wang, T. (2023). Dynamic mechanical properties of carbon fiber reinforced geopolymer concrete at different ages. Ceramics International, 49(1), 834-846..

BİYOFİLİK TASARIM YAKLAŞIMININ BAŞAKŞEHİR MİLLET BAHÇESİ ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF BIOPHILIC DESIGN APPROACH ON BASAKSEHIR NATIONAL GARDEN

Elif SAĞÇOLAK

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

ORCID NO: 0009-0002-4525-5755

Bahar FERAH

Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0001-7951-9734

ÖZET

Günümüzde hızlı ve düzensiz kentleşmeyle birlikte artan konut gereksinimleriyle esas alan kullanımları arasındaki denge gün geçtikçe bozulmaktadır. Bireylerin yoğun bir şekilde etkileşim içinde bulundukları kentler ve beraberinde getirdiği yükümlülükler giderek bozulmalara yol açtığından kent kimliği yapay bir kişiliğe dönüşmüştür. Bu dengenin bozulmasıyla toplum aidiyet duyduğu doğadan uzaklaşmış ve birtakım sosyal, ruhsal ve fiziksel sorunlara yol açmıştır. Doğa ile yapılı çevre arasındaki dengeyi sağlama çabaları biyofilik tasarım kararlarını ortaya çıkarmıştır. İnsanların psikolojik ve fizyolojik olarak sağlıklı bir hayat sürmeleri, bulundukları mekanlardaki yeşil alanların nitelik dereceleriyle ilişkilidir.

Nitelikli yeşil alan planlamasında üç ana başlık altında değerlendirilen 14 maddenin sağlanmasıyla oluşturulan biyofilik tasarım, kamusal mekanlardaki bireylerin doğa ile temasına olanak tanımlamaktadır. Mekânda doğa, doğaya benzeşme ve mekânın doğası başlıklarının altında insanların soyut ve somut şekilde doğa ile bağlantı kurmasını amaçlayan birtakım kriterler bulunmaktadır. Bu kapsamda nitelikli yeşil kent vizyonuyla, sürdürülebilir çevre, refah düzeyi yüksek yaşanabilir mekanlar oluşturma hedefleriyle 11.Kalkınma Planı'nda Türkiye genelinde gerçekleştirilmesi planlanan Millet Bahçeleri'nin çalışma alanı olarak seçilmesini desteklemiştir. Millet Bahçeleri'nin mevcut fonksiyonlarının biyofilik tasarım kriterleriyle değerlendirilirken; biyofilik şehircilik ve peyzaj merceğinden bakılarak, kentliye sağladığı imkanlar, doğanın kente temas etmesini hangi düzeyde etkilediğine dair irdelenmektedir. Başakşehir Millet Bahçesi'nin alan çalışması olarak ihtiyaçları ve çalışma planının yönlendirmesiyle biyofilik tasarımın literatüre aktardığı kriterlere ek olarak millet bahçeleri tasarım gereksinimleri doğrultusunda tasarım önerisinde bulunularak, gelecekteki mimarlara ve kent planlamacılara kılavuz önergesinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Başakşehir Millet Bahçesi, Biyofili, Biyofilik Tasarım Kriterleri, Kentsel Yeşil Alanlar.

ABSTRACT

Nowadays, with rapid and irregular urbanization, the balance between increasing housing needs and main land uses is deteriorating day by day. As the cities in which individuals interact intensively and the responsibilities they bring with them are causing progressive and gradual disruptions, urban identity has turned into an artificial personality. With the disruption of balance, society has distanced itself from the nature it feels a sense of belonging to, which has caused some social, psychological, and physical problems. Efforts to balance nature and the built environment have led to biophilic design decisions. People living a healthy life psychologically and physiologically are affected by the quality levels of green areas in the spaces in which they are located. Biophilic design, created by providing 14 items evaluated under three main headings in qualified green area planning, defines the possibility of

individuals in public spaces to contact nature. Some criteria aim for people to establish abstract and concrete connections with nature under the headings of nature in space, resemblance to nature, and nature of space. In this context, with the vision of a qualified green city, a sustainable environment, and the aim of creating livable spaces with high levels of welfare, the 11th Development Plan supported the selection of Millet Gardens, which are planned to be realized throughout Turkey, as a study area. While evaluating the current functions of Millet Gardens with biophilic design criteria, the opportunities provided to the citizens are examined through the lens of biophilic urbanism and landscape, and the level at which they affect the contact of nature with the city is discussed. In addition to the criteria that biophilic design has transferred to the literature with the guidance of the needs and the case study of Başakşehir Millet Garden, a design proposal was made in line with the design requirements of national gardens, and it was presented to future architects and urban planners in a guide proposal.

Keywords: Başakşehir National Garden, Biophilia, Biophilic Design Criteria, Urban Green Areas.

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişimi ve hızlı artan nüfusla birlikte kent yapısı, esas alan kullanımları ve konut gereksinimleri arasındaki denge her geçen gün giderek bozulmaktadır. Düzensiz nüfus, kültürel koşullar, sosyal, politik ve ekonomik kapsamda kentlerde, yapıların plansız ve hızlı yıkılarak inşa edilmesiyle birlikte kent ölçeğinde dikey mimarlığın yayılması, yeni endüstri ve yerleşim alanlarının hızla yoğunlaşması gibi gereklilikler nitelikli açık ve yeşil alanların düşey ve yatay düzlemde zamanla eksilmesine neden olmaktadır. Bu düzene sahip kentler, insanları yeşil alanlardan uzaklaştırarak gündelik yaşamlarını monotonlaştırmakta, zihinsel ve fiziksel açıdan olumsuz etkilemektedir. Yeşil alanlar, insan-doğa dengesinin korumasında ve kentsel yaşam şartlarının geliştirilmesinde oldukça önemli bir rol taşımaktadır. Bu nedenle gelişmiş, refah düzeyi yüksek ülkelerde nitelikli yeşil alanlar, medeniyet ve yaşam kalitesini belirlemektedir. Bu kapsamda gelişmiş bir ülkede, kenti oluşturan tüm mekân ve ekolojisinin tasarım ve gerçekleştirme aşamalarında kentlinin zihinsel ve fiziksel gereksinimleri ön planda tutularak ilerlenmektedir (Gül & Küçük, 2001). Özetle kent kabuğunda meydana gelen farklılaşmalar açık ve nitelikli yeşil alanların hızla azaldığını göstermektedir. İnsanların doğa ile bağ kurma güdüsü yeni bir durum değildir. İnsanlığın ilk dönemlerinde barındıkları alanların ön kısımlarına kendilerine ait olduğunu simgeleyen çitler ile yeşil alan bölgelerini sırılamışlardır. İnsanların doğaya karşı duydukları aidiyet, sevgi ve ihtiyaç duygusunun, oldukça eski bir tarihe dayandığını söylemek mümkündür. Bu noktada biyofili; bireylerin kent ölçeğinde doğal mekanlarda doğal unsurlarla bir arada olmalarını ulaşabilir kılan tasarım kavramıdır.

Biyofili kavramından, etkilenen biyofilik kentlerde; bireyin doğa ile kurduğu ilişkinin arttırılması yönünde metotlar izlenir ve bu metotlar bireyleri fiziksel ve psikolojik olarak olumlu etkilemektedir. Yapı ve çevrenin, doğa ile uyum içerisinde gelişmesi beklenirken, tam tersi uygulamaya döküldüğünden bu dengeyi sağlama destekleri biyofilik tasarım başlığı altında çalışmanın çıkış noktasını belirlemektedir. Biyofilik tasarım kriterleri nitelikli yeşil alan ve kentsel tasarım süreçlerinde yardımcı olmaktadır. Biyofilik tasarım kriterleri 2014 yılında Browning, Ryan ve Clancy tarafından hazırlanıp, Amerikan şirketi Terrapin Bright Green tarafından yayınlanmıştır. Bu kuramcılar toplumun refah içinde sağlıklı olarak yaşayabilmeleri için biyofilik tasarım olanaklarını geliştiren, yapılı çevrenin tasarımına yönelik bir dizi kriteri; fiziksel, psikolojik nitel ve nicel araştırmalarla geliştirmişlerdir (Browning et al., 2014). Biyofilik tasarım kriterleri üç ana başlık altında toplanmıştır; mekânda doğa (doğal elemanların doğrudan yapılı çevreye entegre edilmesi), doğaya benzeşme (doğayı çağrıştıran malzeme ve desenler) ve mekânın doğası (doğada farklı mekânsal yapılandırmalar) olacak şekilde kendi içlerinde 14 nitelikle sınırlandırılmıştır. Üç kategorinin alt başlıkları sırasıyla; doğa ile görsel bağlantı, doğa ile görsel olmayan bağlantı, ritmik olmayan duyusal, ısı ve hava akışı değişkenliği, suyun varlığı, dinamik ve yaygın ışık, doğal sistemlerle bağlantı, biyomorfik formlar ve desenler, doğa ile malzeme bağlantısı, karmaşıklık ve düzen, olasılık, sığınma, gizem, risk ve tehlikedir (Toptaş, 2023).

Kapsamlı ve kaliteli doğal ortamların oluşturulmasını amaçlayan biyofilik tasarım kriterleriyle, On Birinci Kalkınma Planı'nda yer alan parametreler ışığında yeşil kent tasarımıyla paralel olacak şekilde kentliye kapsamlı ve sağlıklı yaşam olanaklarının tasarımlarında biyofilik tasarım anlayışının etkin bir

değerlendirme sunacağı düşünülmektedir. Kalkınma planındaki parametrelerden "yeşil kent" adı altında tasarımları ve uygulamaları gerçekleşen Millet Bahçeleri'nin çalışma alanı olarak seçilmesini desteklemektedir.

1. Biyofili ve Biyofilik Tasarım Kriterleri

1.1. Biyofilik Kavramı ve Tasarımı

Biyofili Yunanca'dan gelen Bio(Hayat) ile Philia(Düşkünlük, Sevgi) Kelimelerinin birleşiminden oluşmakta ve yaşam sevgisi anlamına gelmektedir (URL1). Tüm canlı varlıklara ve yaşama duyulan katıksız sevgi anlamını taşımaktadır (Toptaş, 2023). Biyofili insanların içgüdüsel olarak diğer canlılar ve doğa ile bağ kurma ihtiyacından doğan bir arada olma eğilimini ifade etmektedir (URL1). Biyofili terimi ilk kez 1960'larda Erich Fromm adında bir sosyal psikolog tarafından "The Heart of Man" adlı kitabında kullanılmıştır. İlk kullanımının ardından yirmi yıl sonra çevreci ve biyolog Edward Wilson tarafından yayılgın hale getirilmiştir (Browning et al., 2014). Wilson'ın biyofili anlayışı insanla doğanın içgüdüsel olarak kurduğu fiziksel ve duygusal iletişimine yoğunlaşmaktadır(Profile, 2022). Biyofili kavramının birçok farklı bakış açıları olmasına rağmen, genel olarak bir tema ortaya çıkarılarak insanların doğa ve diğer canlılarla olan doğuştan gelen bağ kurma ve etkileşim ihtiyacının duygusal yönüne değinilmektedir (İrfanoğlu & Suri, 2022).

Biyofili kavramından türeyen biyofilik tasarım; insanın doğal elemanlar ile yaşadığı çevreye karşı bağ ve etkileşim kurma ihtiyacının duygusal bir çekim gücüyle ilerlemesi ve kent içi yaşam alanlarında nitelikli doğal bölgelerin şehir hayatına entegre edilmesiyle hayatımıza girmektedir (Ökten, 2022). Evrim teorisyeni ve biyolog olan E.O. Wilson (1984), bu düşünce yaklaşımının temellendiği biyofilik tasarım kavramını şu şekilde açıklamaktadır: "Yaşama ve yaşam benzeri süreçlere karşı olan doğuştan gelen eğilim" (Şenozan, 2018). Tasarım uygulamalarında 'doğa' temel alınarak; çevresel kaliteyi, toplum refahını ve verimliliğini arttırma uygulamalarına olanak sağlamaktadır. Biyofilik tasarım kapsamında yapılan uygulamalar ekolojik denge ve doğal kaynakların koruması odaklı bir biçimde dikkate alınarak desteklemektedir.

Biyofilik tasarım kriterleri Browning, Ryan ve Clancy (2014) tarafından geliştirilen, Amerikan organizasyonu "Terrapin Bright Green"e göre bireyin doğa ile sağlıklı bir şekilde temas etmesi sonucunda bağlantı kurabilmesine vesile olan üç ana başlık ve 14 kritere göre organize edilmiştir (Ökten, 2022; Şenozan, 2018; Shoshı, 2023; Toptaş, 2023). Belirlenen tasarım parametreleri planlanan projelerde iç ve dış mekan fark etmeksizin uygulamaya dökülebilen esnek kriterlerdir. Bu tasarım kriterleri bilişsel, psikolojik ve fizyolojik yararlar üstünde durmaktadır (Delionü, 2023).

1.2. Biyofilik Tasarım Kriterleri

Biyofilik tasarım kriterleri, kent ölçeğinde kapsamlı ve yeşil alanların insanlar için işlevsel, sağlıklı, verimli ve rekreasyonel kullanımlarının hayata geçirilmesini hedeflemektedir. Biyofilik tasarım 14 ilkesinin merkezine insanı alarak bir yaklaşım biçimi oluşturduğundan kaynaklı maddeler kriterler halinde sunulmaktadır. Bu ilkeler doğrultusunda tasarlanan ve geliştirilen yapılı çevrenin refah düzeyini, sağlığı ve birçok faydayı sağlayarak bugün yaşadığımız alanları fazlasıyla geliştirmektedir. Biyofilik çalışmalar bireyler özelinden topluluk geneline kadar uzanan toplum sağlığı ve refahını arttırmanın bir yolu olacak şekilde çevresel mercekten bakarak çıkarılan yanıtlardan hareketle tasarım aşamalarına yönelik bulgular elde etmektedir. Bahsi geçen biyofilik tasarım kriterleri Browning, Ryan ve Clancy (2014) tarafından geliştirilen ve bireyin doğa ile sağlıklı bir şekilde temas etmesi sonucunda bağlantı kurabilmesine vesile olan üç ana başlık, toplamda 14 alt kriterden oluşmaktadır Ökten, 2022, Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

Tablo 1. Biyofilik Tasarım Kriterleri

Biyofilik Tasarım Kriterleri		
"Mekânda doğa" (Doğal Elemanların doğrudan yapılı çevreye entegre edilerek direkt deneyim)	**" Mekânın Doğası" (Doğada Farklı mekânsal yapılandırmalarla deneyim)**	**"Mekânın doğası" (Doğada farklı mekânsal yapılandırmalar sonucunda deneyim)**
a. Doğa ile görsel bağlantı, (bir su elemanı, yeşil duvar ve bitki örtülü çatılar, saksı bitkileri vb.)	**a.** Biyomorfik formlar ve desenler, (doğada bulunan organik form, desen ve dokuların kullanılması)	**a.** Olasılık, (engelsiz bir görüş alanı sağlamak)
▪ Stresi azaltması, ▪ Bilişsel performansın artması, ▪ Mekân tercihini etkilemesi	▪ Mekân tercihini olumlu etkilemesi	▪ Stres ve tükenmişlik duygusunun azalması, konfor ve güven seviyesinin artması
b. Doğa ile görsel olmayan bağlantı, (doğada olma deneyimini hatırlatan ses, esinti gibi işitsel veya dokunsal, kokusal ve tat alma gibi uyarıcılar)	**b.** Doğa ile malzeme bağlantısı, (Minimum işlem gören doğal malzemelerin, organik formlarda kullanılarak yerel ekolojiyi ve jeolojiyi yansıtması)	**b.** Sığınma, (dış etkenlerden korunmak amacıyla oluşturulan alanlar, örtüler vb.)
▪ Sistolik kan basıncı ve stres hormonların azalması ▪ Bilişsel performans üzerinde olumlu etkisi ▪ Ruh sağlığı ve huzur seviyesinin iyileştirilmesi	▪ Diyastolik kan basıncının azalması ▪ Yaratıcı performansın geliştirilmesi ▪ Konfor seviyesinin geliştirilmesi	▪ Konsantrasyon, dikkat ve güvenlik algısının artırılması
c. Ritmik olmayan duyusal, uyaranlar (gölgeler, su yansımaları, doğaya ait sesler; yaprak sesi, bulutlar)	**c.** Karmaşıklık ve düzen, (doğada bulunan hiyerarşi içerisinde zengin duyusal bilgilerin; desenlerin, bitki seçimi ve çeşitliliğinin, malzeme dokuları ve renklerin algılanmasını ifade etmesi)	**c.** Gizem, (kullanıcıda gizem ve keşif isteği uyandıran, farklı formlar, kıvrımlı kenarlar, dolambaçlı yollar, odaklanılan mekânın en az bir kenarının gizlenmesi)
▪ Kalp atışı, sistolik kan basıncı ve sinir sistemini olumlu etkilemesi ▪ Davranışsal keşfedici ve dikkat çekici özelliklerin artırılması	▪ Algısal ve fizyolojik stres tepkilerini olumlu etkilemesi ▪ Bu perspektiflerin tercih edilmesi	▪ Güçlü zevk verici mekanların oluşması
d. Termal ve hava akışı değişkenlik, doğal havalandırmanın etkileri		**d.** Risk/Tehlike, (emniyetli ve Heyecan veren cam zeminler veya merdivenler, şeffaf tavanlar vb.)
▪ Konfor, refah ve üretkenliği olumlu etkilemesi ▪ Konsantrasyonu artması ▪ Mekânsal zevki artırması		▪ Dopamin hormonunun salgılanması ve zevk seviyesinin artması
e. Suyun varlığı, (suyu görme, hissetme ve dokunma; nehirler ve göletler, akvaryumlar, su duvarları, yansımalar vb.)		
▪ Stresin azalması, huzur hissinin uyandırması		

▪ Konsantrasyon ve hafızanın yenilenmesi ▪ Algı ve psikolojik duyarlılığı geliştirmesi	
f. Dinamik ve yaygın ışık (yeterli yoğunluk ve doğru açılarda ışık, gölge planlanması)	
▪ Sirkadiyen sisteminin (Biyolojik saat) fonksiyonunu olumlu etkilemesi ▪ Görsel konforun artması	
Biyofilik Tasarım Kriterleri	
g. Doğal sistemlerle bağlantı, (iklim ve hava koşulları, hayvan ve bitkilerin davranışları, doğal aydınlatma, vb.)	
▪ Pozitif sağlık tepkilerinin geliştirilmesi ▪ Çevre algısının olumlu yönden değişmesi	

1. Mekânda doğa (Doğal elemanların doğrudan yapılı çevreye entegre edilerek direkt deneyim);

1.1. Doğa ile görsel bağlantı; sağlayan bir alan tamamlanmışlık hissi verir, Bireyin ilgisini çekerek sakinleştirici bir etki bırakabilir. Doğanın unsurları (hava durumu, zaman) ve canlı sistemleri (diğer canlılar) kapsayan bir görünüm sağlar. Doğayla görsel bağlantının insanlar üzerindeki etkileri oldukça olumludur; stresten seviyesini, kalp ritmini ve kan basıncını düşürmekte etkilidir (Beatley, 2017; Şenozan, 2018)

1.2. Doğa ile görsel olmayan bağlantı; tasarımı yapılmış alanlar da doğayla görsel olmayan bağlantıların bir araya getirilmesinin denge, rahatlık ve tazelik duygularını olumlu yönde desteklediği gözlemlenmiştir. Doğal yöntemlerin veya süreçlerin doğa ile iç içe olma deneyimini anımsatan ve anıları uyandıran koku alma, dokunma, tat alma gibi duyuları uyarılmasıyla sonuçlanmaktadır (Shoshı, 2023).

1.3. Ritmik olmayan duyusal; uyaran modeli, çevresel görüş açısı üzerine yapılan araştırmalardan geliştirilmiştir. Devinim gösteren doğanın içerisindeki sesleri, kokuları ve duyuları hissedip algılayabilen insan benliğinde pozitif sonuçlar çıkarmaktadır (Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

1.4. Termal ve hava akışı değişkenliği; iyi düzeyde tasarlanmış bir alan havadar, aydınlık, aktif, konforlu ve enerjik hissettirir. Mekanlarda planlanan hava ve ısı akışı direkt olarak insan sağlığıyla bağlantılı bir biçimde işlemektedir. Kullanıcıların bulundukları alanlarda orta seviyeli duyusal değişimlerden hoşlandığını, duyusal değişkenlikten noksan ortamlarda ise monotonluk ve hoşnutsuzluğa yol açabileceğini göstermektedir (Beatley, 2017; Toptaş, 2023).

1.5. Suyun varlığı; mekânı ilgi çekici, sakinleştirici ve büyüleyici kılmaktadır. Su ögesi ilk olarak görsel duyuya hitap eden bir tasarım modelidir. Suyun varlığı bulunduğu ortama olumlu duygusal etkiler bırakmaktadır; stres seviyesinde azalma, kalp atış hızının düşürülmesi, artan huzur ve rahatlık hissiyatıyla birlikte ruh halinde iyileştirmeler gözlemlenmektedir (Beatley, 2017; Şenozan, 2018).

1.6. Dinamik ve yaygın ışık; koşuluna sahip bir alan, dingin ve dengeli bir ruh haliyle tamponlanmış, drama ve entrika duygularını uyandırmak için harekete geçmektedir. Doğada kendiliğinden oluşan veya aydınlanma deneyimleri sonucu oluşan ışık-gölge yoğunluklarının değişimlerini ifade etmektedir (Beatley, 2017; Toptaş, 2023).

1.7. Doğal sistemlerle bağlantı; sağlıklı işleyen bir ekosistemin doğal ilerleyen özyapısal özelliği olan zamansal mevsim normalleri kapsamında değişimlerinin tümünü içine almaktadır. Doğal

sistemlerle bağlantı kurmanın asıl amacı mekan anlayışını; doğal süreçler ve yaşam döngüleri üzerinde planlamaktan gelmektedir (Beatley, 2017; Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

2. Mekânın Doğası (Doğada Farklı mekânsal yapılandırmalarla deneyim)

2.1. Biyomorfik formlar ve desenler; mekanlarda ve yapılı çevrelerde kullanıcıların doğa ile bağlantı kurmasına olanak tanıyan sembolik tasarım unsurlarını yer vermektir. Biyoformik desenlerle birlikte doğaya benzer tasarımlar yapılarak görsel olarak daha çekici ve tercih edilen ortamlar oluşturulup, görsel duyuyu güçlendirme, stres seviyesini düşürme ve bilişsel performansı arttırmaya yardımcı olacak şekilde kullanılmaktadır (Beatley, 2017; Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

2.2. Doğa ile malzeme bağlantısı; yapılı çevre ve mekanlarda yerel ekoloji ve jeolojiden yararlanılarak malzeme tercihi yapılmaktadır. Doğal malzeme kullanılan alanlarda bireyler üzerinde sakinleştirici, huzurlu ve sıcak bir ortam hissi vermektedir (Beatley, 2017; Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

2.3. Karmaşıklık ve düzen; doğada görülmeye alışık olduğumuz mekânsal sistemlere bağlı olan zengin duyusal bilgilerin algılanmasını ifade etmektedir. Bu model, karmaşık geometrik şekiller üzerine yapılan araştırmalardan dönüşmektedir. İlgi çekerek zihni uyarır ve stresi azaltan bir özelliğe sahiptir (Beatley, 2017; Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

3. Mekânın doğası (Doğada farklı mekânsal yapılandırmalar sonucunda deneyim);

3.1. Olasılık; koşulu iyi olan bir mekân, engelsiz ve özgür hissettirir, ancak alışılmadık mekanlarda özellikle yalnız başınayken güven duygusu sağlayarak kontrollü olunduğunu hissettirir. Olasılık kriterinin amacı, tehdit ve risk durumlarına sahip alanları müşahede ederek insan için emniyetli uygun şartlar oluşturmaktır (Beatley, 2017; Şenozan, 2018; Toptaş, 2023).

3.2. Sığınak; koşuluna sahip alan, bireyin tek veya grup halinde olma durumlarında kendini emniyette hissettiği ve dinlendiği alanlarda ortamdan geri çekilme izole etme mekanlarıdır (Beatley, 2017; Toptaş, 2023).

3.3. Gizem; bireyde merak uyandırıp harekete geçirmeye teşfik eden gizlenmiş görüşler veya ileride ne olduğunu merak etmesini sağlayan kısmen çözülmüş görünümlerin yolculuğa çıkmasını destekler nitelikte bir kriteridir (Beatley, 2017).

3.4. Risk/Tehlike; durumuna sahip bir alan canlandırıcı hissettirirken aynı zamanda üstü kapalı bir tehditle beraber merak uyandırıcı, ilgi çekici ve hatta muhtemelen karşı konulamazdır. Sonuç olarak oluşan tehditler tesirsizdir dolaysıyla zarar vermez. Kontrol altındaki risk bilincine hâkim olmak pozitif deneyimleri desteklemektedir (Beatley, 2017; Toptaş, 2023).

14 maddeden oluşan bu sistemin aktif olarak sürdürülebilmesi için doğa ile olan ilişkinin devamlılığı sağlanmaktadır. İnsanların doğayla olan temasının izlenmesi, kültürel eğilimlerine ve gereksinimlerine yeterli derecede cevap veren mekanların oluşturulması gerekmektedir. Bireylerin doğa ile arasında kurduğu uyum merkeze alınarak bireysel ve toplumsal yükümlülüklerini uyaran mekanlar tasarlanması ve birbiriyle ilişkili yapısal çözümlerin oluşturulması sağlanmaktadır (Ökten, 2022).

2. Millet Bahçesi Kavramı

Son dönemlerde sık sık kullanılan ve literatürde yerini alan, millet bahçesi kavramını açıklamak için öncelikle bahçe teriminin tanımlanması daha uygun olacaktır. Bahçe teriminin kökeni Farsça'dır, "küçük bağ" anlamına gelmektedir. Bahçe sınırlarında sebze, meyve, süs bitkileri ve çeşitli otların yetiştirildiği, beraberinde doğanın insan eliyle kontrol altında olduğu toprak parçası olarak tanımlanmaktadır (Bingöl, 2021). Bahçe kavramı farklı bir tanıma göre ise eski tarihlerden günümüze kadar, insanoğlu aracılığıyla müşterek kullanılan ve gelecek kuşaklara aktarılan, ortak medeniyetin açık alanlara aktarıldığı semboller sistemidir. Sonuç olarak bahçe terimi sınırlı alanlar içerisinde insanlar aracılılığıyla birtakım amaçlar doğrultusunda planlanan, belirli kişiler tarafından kullanıma açık olan yeşil alanlar olarak ifade edilebilmektedir (Abant & Baysal, 2021).

Millet bahçesi kavramı ise insanları doğa ile bir araya gelmelerini sağlayarak, rekreasyonel gereksinimlere cevap veren, herhangi bir doğal afet durumunda kentlinin acil toplanma alanları olarak

kullanabileceği, geniş metrajlara sahip nitelikli-yeşil alanlar olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda millet bahçeleri doğanın bozulmamış özelliklerini muhafaza eden, kültürel, tarihsel ve sosyo-kültürel yaşama özgü değerli yansımalar sunan, şehirlerin ve ülkenin intibasına katkı gösteren sembolik yeşil alanlar olarak da tanımlanabilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). Millet bahçelerinin bu anlamda yalnız bir bahçe olmaktan öte, kültürel mirasımızın ve uygarlığımız birikimleri sayesinde, tarihsel süreçlerden günümüze kadar süregelen dönemlerden beri, milli kimliğimiz ve karakterimiz çerçevesinde, ekolojik yapıyla birlikte değerlendirilerek oluşturulan bahçe kompozisyonunun yansıtılması açısından önem taşımaktadır.

Millet bahçelerinin ülke genelinde popülerleşmesiyle birlikte sayılarının artması, toplumu doğayla etkileşim haline sokan rekreatif, sosyal alanlar sunmasının yanı sıra, oldukça eski dönemlere dayanan köklü uygarlığımızın birikiminin kent genelindeki mekânlara aktarılmaktadır. Türk kültüründeki bahçe tasarımında Batı kültüründeki gibi yalnızca seyirlik değil, bununla birlikte her detayıyla birlikte kullanılabilen mekânların oluşturulmasıdır. Tanzimat döneminin ardından bireysel mekanlardan toplumsal mekanlara geçiş neticesi olarak kendini gösteren millet bahçelerinin ilk örnekleri; 1869'da Sultan Abdülaziz devrinde gerçekleştirilen Taksim Millet Bahçesi ve 1870 yılında halkın hizmetine sunulan Kısıklı Millet Bahçeleridir. Millet bahçelerinin yakın çevresine kültürel bir bolluk sağlaması ve bundan sonraki kuşaklara bu kültürel zenginliğin aktarılması açısından oldukça mühimdir (Yılmaz, 2021). 2018 yılında kentlerde yeşil koridor ve akciğer oluşturma hedefleriyle "Millet Bahçeleri" proje daveti ile başta İstanbul ve Türkiye'nin birçok ilinde millet bahçelerinin projelendirmesine vesile olmuştur. "Yeşil Şehir Vizyonu" girişimiyle, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ülke genelinde sürdürülen projelerin yaygınlaştırılması, kent ölçeğinde ferah, geniş, nitelikli yeşil alanların kentliye sunulması, yaşam ve yapılı çevre kalitesinin yükseltilmesi gibi amaçların hedeflendiği ifade edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Millet bahçesi başlığında yürütülen projeler kapsamında ilkin İstanbul olmak üzere Türkiye'nin 17 ilinde proje girişimlerine başlanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca düzenlenen projelendirme kapsamında her ilde minimum bir adet millet bahçesi tasarlandığı ifade edilmektedir (Yılmaz, 2021). Türkiye'de halkın hizmete sunulan 152 adet millet bahçesi bulunmaktadır. Türkiye genelinde yapım aşamaları devam eden ve hizmete sunulan millet bahçelerinin toplam alanı 71 milyon 238 bin 171 metrekare oldu. Bunlardan 18 milyon 137 bin 522 metrekarelik alana sahip 47 tanesi İstanbul'da bulunmaktadır. Başakşehir ilçesinde Ayazma, Başakşehir, Hoşdere ve Kayaşehir 1. Etap olmak üzere dört millet bahçesi, Bakırköy ilçesinde Baruthane, Zeytinburnu ilçesinde Çırpıcı, Esenler ilçesinde 15 Temmuz, Küçükçekmece ilçesinde Halkalı, Üsküdar ilçesinde Nakkaştepe ve Pendik ilçesinde Pendik millet bahçeleri halkın kullanımına açılmış bahçelerdir. Türkiye genelinde Sakarya, Konya, Samsun, Sivas, Diyarbakır, Trabzon, Batman, Bursa ve Elazığ'da millet bahçeleri halka açılmıştır (URL15).

3. 11.Kalkınma Planı'nın Parametrelerinde Yer Alan Biyofilik Tabanlı Yaklaşımların Millet Bahçeleri Üzerinde Değerlendirilmesi

Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi'nin "On Birinci Kalkınma Planı", Türkiye Büyük Millet Meclisi aracılığı ile 18 Temmuz 2019 tarihinde tasdiklenmiş akabinde 23 Temmuz 2019 tarihinde 30840 sayılı resmî gazetede yayımlanmıştır. On Birinci Kalkınma Planı'nın, 2.4.2. Şehirleşme bendinin, "Politika ve Şehirleşme" alt başlığı altında 676 ve 676.1 maddesinde "Millet Bahçeleri" ıstılahlarına yer verilmiştir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). 676. Maddede "Yeşil şehir hedefleri doğrultusunda; bireylerin yaşam niteliklerinin yükseltilmesi ve iklim değişikliğine uyum sağlanmasıyla ülke genelinde millet bahçeleri yapılarak, yeşil mekanların sayısı yükseltilecek" denilmiştir. 676.1. Numaralı maddede ise "Kentlerimizde sağlıklı yeşil alanlar oluşturmak ve yaşam kalitesini yükseltmek için millet bahçeleri projeleri 81 ile yaygınlaştırılacak, 2023 yılına kadar 81 milyon m2 alanda millet bahçesi çalışmaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TOKİ, İLBANK ve belediyelerin finansmanıyla yürütülecektir" denilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019).

Millet bahçelerinin tasarımında ve hayata geçiş süreçlerinde kültürel efektlerin farkındalıkla korunması, revizyonu, kent hafızasının kesintisiz sürekliliğinin sağlanabileceği alanların tasarlanması son derece mühimdir. Bu sebepten 2020 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yönetiminde, Millet Bahçeleri Rehberi, Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin 4. maddesi kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,

Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü tarafınca hazırlanmıştır. Planlanan ve gerçekleştirilmesi umulan millet bahçeleri özelinde kaynak olmayı amaçlayan bu rehber, lokal yönetimin millet bahçesi projelerine kılavuz niteliğinde olabileceği düşünülmektedir (Yılmaz, 2021).

4. MATERYAL VE METOT

Nitelikli yeşil alan oluşturulmasını hedefleyen biyofilik kent tasarımı yaklaşımıyla," On Birinci Kalkınma Planı'nda bulunan direktifler doğrultusunda yeşil kent misyonuyla kentlerimiz için kaliteli, kapsamlı ve sağlıklı yaşam alanlarının düzenlenmesinde biyofilik tasarım kriterlerinden faydalanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Kalkınma Planı'nda yer alan yeşil kent vizyonu anlayışıyla kapsamlı yeşil alan planlama ve gerçekleştirmek için 81 il genelinde Millet Bahçelerini uygulanır duruma getirilmesinin amaçlanması, çalışma alanı olarak Millet Bahçesi'nin seçilmesini desteklemektedir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019).

Çalışmamın özgünlüğü bu noktada ön plana çıkmaktadır; Biyofilik tasarım kriterlerine "Millet Bahçeleri" perspektifinden bakılarak Başakşehir Millet Bahçesi'nin biyofilik tasarımın 14 kriterinin araştırma alanında bulunma durumları değerlendirilmiştir. Bu nedenle araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Somut olgular üzerinde durularak kriterlerin mekân üzerindeki varlık durumlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma alanı olarak; Başakşehir Millet Bahçesi seçilmesinin sebebi proje alanının makro ölçekte kentle kurduğu bağlam neticesinde fonksiyon ve aktivite çeşitliliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çeşitlilik sebebiyle çalışma alanı, fonksiyonel açıdan mevcut alanın kullanımı 7 alt başlık altında biyofilik tasarım kriterlerini incelemektedir.

Başakşehir millet bahçesinin fonksiyonel olarak sınıflandırması; çocuk oyun alanları, açık yeşil alanlar (bahçeler), oturma alanları, ulaşım ve otoparklardır, eğlence alanları, spor alanları, tören ve anıt alanlarıdır. Tüm fonksiyonlar çalışma alanından iki ayrı bölge kapsamında değerlendirilmiştir. Böylelikle, Başakşehir Millet Bahçesi'nin 7 fonksiyon alanı kapsamında halihazırdaki biyofilik yeterliliği ortaya koyulmuştur. Değerlendirme aşamalarında 7 ayrı fonksiyon alanı için seçilen 14 biyofilik tasarım kriterlerinin (Tablo 1.) varlığı değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda kriterler üç durum üzerinden (tamamen sağlıyor, kısmen sağlıyor, sağlamıyor) irdelenmiştir. Kriterin varlığı durumunda tamamen sağlıyor, tam karşılayamama durumuyla kısmen sağlıyor, kriterin yok olması durumunda sağlamıyor şeklinde belirtilmektedir. Yetersiz kalan kriterler, 7 fonksiyon alanının noksanlık gösterdiği durumların geliştirilmesi gerektiğini gösterirken, yapılan değerlendirmelerle birlikte eksikliğin ne düzeyde olduğu ortaya konmaktadır.

5. ALAN ÇALIŞMASI

5.1. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Yeri ve Özellikleri

Başakşehir Millet Bahçesi, Avrupa yakasında Başakşehir ilçesinde yer almaktadır. Millet Bahçesi'nin mevcut toplam alanı 360.000 m²'dir (Abant & Baysal, 2021b).

Şekil 1. Başakşehir Millet Bahçesi Uydu Görüntüsü

Millet bahçesi; Kuzey Marmara Otoyolu, Yavuz Sultan Selim Köprüsü, İkitelli Şehir Hastanesi, Başakşehir Belediyesi yeni hizmet binası ve Kanal İstanbul gibi projelerin merkezinde yer almaktadır. İstanbul Başakşehir Millet Bahçesi 37.000m2 büyüklüğündeki kent meydanının hemen yakınlarındaki, 362.000 m2'lik alan üzerine yerleştirilmiş, 280.000 m2'lik kısım ise park ve bahçelere ait olacak şekilde konumlandırılmıştır (Bingöl, 2021).

Şekil 2. Başakşehir İlçesi, Mahalle Haritası ve Millet Bahçesinin Belirtilmesi

İstanbul'un yeni ilçelerinden olan Başakşehir'in kuzeyinde Arnavutköy, kuzeydoğusunda Esenler, doğusunda Sultangazi ve Eyüpsultan, güneyinde Avcılar, Küçükçekmece ve Bağcılar, güneybatısında ise Esenyurt yer almaktadır (Şekil3.). Büyük bir kısmı ormanlarla sarılmış olan Başakşehir'in bitki örtüsü çalılıklar ve bozkırdan oluşmaktadır (URL14). Başakşehir henüz gelişim süreci devam eden, toplu konutları bünyesinde barındıran yoğun nüfusa sahip önde gelen ilçelerimizdendir. İstanbul'un en kapsamlı sanayi semti olmasının yanı sıra ticaret merkezlerinin de yoğun olduğu bir bölgedir. Toplu taşıma ağının yayılmasıyla birlikte araç ve toplu taşımayla birlikte erişim gün geçtikçe kolaylaşmaktadır. Bu bölgedeki endüstri tesislerinin zararlı tesirlerini aza indirgemek ve kalabalık nüfusun doğayla etkileşimini arttırmak için yapılan Başakşehir (280.000m²), Kayaşehir (150.000m²), Ayazma (41.000m²) ve Hoşdere (142.000m²) millet bahçeleri nitelikli yeşil alan değerlerimize oldukça büyük katkıda bulunmuştur (Yılmaz, 2021).

Bahçelerde bitkisel çeşitlilik ve tasarım olarak farklı cinslerde 5.570 adet ağaçla bilikte 160.000 adet çalıyla kombine edilerek yerleştirilmiştir. 30.000 m2'lik alana sahip tematik bahçede 25 çeşit bitki, renk, koku ve kelebek bahçesi bulunmaktadır. Bireylerin aileleri veya arkadaş gruplarıyla keyifli vakit geçirebilecekleri refah yeşil alanlar (meyve ve lavanta bahçeleri), spor alanları, oyun parkları, engelsiz oyun alanları, 6 km'lik yürüyüş ve bisiklet yolu, 20 adet pergola, 40 adet kamelya, 20 adet bank, 84 adet oturma alanı, 98 adet çöp kutusu, 22 adet çeşme, 290 m2 alana yapılmış amfi ve bir kafe yer almaktadır (Abant & Baysal, 2021).

Şekil 3. Başakşehir Millet Bahçesi Vaziyet Planı

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Başakşehir Millet Bahçesi'yle ilgili toplanan doneler, alan çalışması sırasında yapılan nitel gözlem sonucunda elde edilen tetkiklere dayanmaktadır. Literatür taraması sonucunda çıkarılan biyofilik tasarımın 14 parametresi Başakşehir Millet Bahçesi'nde değerlendirilmiştir. Başlıca fonksiyonlar biyofilik tasarım kriterlerindeki kategorilere ayrılarak incelemeye alınmıştır.

6.1. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Biyofilik Tasarım Kriterleri Açısından İncelenmesi

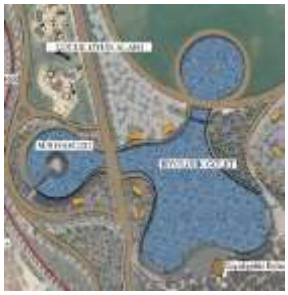
On Birinci Kalkınma Planı'nda yer alan parametreler ışığında yeşil kent tasarımıyla paralel olacak şekilde; kentliye kapsamlı ve sağlıklı yaşam olanaklarının tasarımlarında biyofilik tasarım anlayışının etkin bir değerlendirme sunacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, kentli tarafından kısa bir zaman diliminde dinamik haline gelen Başakşehir Millet Bahçesi'nin mevcut durumu, biyofilik tasarım kriterlerine göre incelenmektedir. Başakşehir Millet Bahçesi'nin foksiyonel kullanım alanı 7 başlık altında ayrılarak 14 biyofilik tasarım kriterlerince değerlendirilmiştir. Fonksiyonlardan her biri çalışma alanından minimum iki ayrı bölge kapsamında irdelenmiştir.

Tablo 2. Başakşehir M.B.'nin Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Biyofilik Tasarım Kriterleri	**Başakşehir Millet Bahçesi Alan Fotoğrafları**
1. " Mekânda Doğa" (Doğal elemanların doğrudan yapılı çevreye entegre edilerek direkt deneyim);	
1.1. Doğa ile görsel bağlantı, Çocuk Oyun Alanı, (Tamamen Sağlıyor) Her iki oyun parkının da ön tarafında yoğun yeşil alan mevcut olmasından kaynaklı doğa ile görsel bağlantısını sağlayan birçok doğal faktör bulunmaktadır.	
1.2. Doğa ile görsel olmayan bağlantı, Çocuk Oyun Alanı, (Tamamen Sağlıyor) Çocuk oyun bölgelerinin yakınlarında konumlanan koku, şifa, renk ve kelebek bahçelerinden gelen duyusal, kokusal ve tat alma gibi tüm uyaranlar doğa ile görsel olmayan bağlantıyı sağlamaktadır.	
1.3. Ritmik olmayan duyusal, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler), (Tamamen Sağlıyor) Alanın karşısında sıralı bahçeler yoğun ağaçlık alanlar ve koru alanı konumlanmaktadır. Çevredeki çalı ve ağaçların rüzgâr aracılığıyla hareketlenmesi ritmik olmayan duyusal uyaranların varlığını göstermektedir.	
1.4. Termal ve hava akışı değişkenliği, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler) , (Kısmen Sağlıyor) Açık yeşil alanlardaki bitkilerin yoğunluğu ve çeşitliliği mekânın kirli havasını filtre ederek temizlenmesinde büyük bir rolü bulunmaktadır. Oturma elemanlarından bazılarının üstü örtü elemanlarıyla entegre biçimde tasarlanarak güneşin güçlü ısısı için gölge ve yağmurdan koruma sağlamaktadır.	

1.5. Suyun varlığı, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler), (Kısmen Sağlıyor)

Alanı kullanan bireyler suyun hem işitsel hem görsel ve duyusal hem de dokunsal özelliğinden faydalanabilmektedir. Bu alanların tasarımlarında seçilen bitkisel materyallerde doğal alan algısı yaratmaktadır.



1.6. Dinamik ve yaygın ışık, Oturma Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Oturma birimlerinin yakınlarında ağaçlandırma ve aydınlatma faaliyetleri gözlemlenmektedir.

1.7. Doğal sistemlerle bağlantı, Oturma Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Kullanıcılar birçok fonksiyonu kullanırken bitki türlerinin farklı mevsimlerde ve geçişlerindeki değişimlerini gözlemleme imkânı bulabilmektedir. Ancak doğal bir su kütlesi bulunmadığından kısmen doğal sistemlerle bağlantı kurabilmektedir.

2. ” Doğaya Benzeşme” (Doğayı çağrıştıran malzeme ve desenler aracılığıyla deneyim);

2.1. Biyomorfik formlar ve desenler, Ulaşım ve Otoparklar, (Tamamen Sağlıyor)

Vaziyet planı okunurken biyomorfik çağrışımlar oldukça fazla göze çarpmaktadır.

2.2. Doğa ile malzeme bağlantısı, Ulaşım ve Otoparklar, (Sağlamıyor)

Çalışma alanlarında doğal malzemeler sınırlı sayıda olduğundan doğa ile malzeme bağlantısı sağlanamamıştır.

2.3. Karmaşıklık ve düzen, Eğlence Alanları, (Tamamen Sağlıyor)

Eğlence alanlarında mekanlar hiyerarşik bir düzen içerisinde olup, tüm mekanlar karmaşıklık ve düzen ilkesi içinde tasarlanmıştır.

3. ” Mekânın Doğası” (Doğada farklı mekânsal yapılandırmalarla deneyim);

3.1. Olasılık, Eğlence Alanları, (Tamamen Sağlıyor)

Millet bahçesinin topoğrafyası düşük bir eğim yüzdesi ile düze yakındır. Bu durum ziyaretçilerin görüş açılarını genişletmektedir. Aynı zamanda kolaylıkla gezmesine olanak sağlamaktadır.

3.2. Sığınak, Spor Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Çalışma alanı dışında bulunan açık-yeşil alanlarda bitkisel uygulamalardaki geçişler ve çeşitlilik nedeniyle kullanıcılar açısından kısmen sığınak ve korunma alanları içermektedir.

3.3. Gizem, Tören ve Anıt Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Meydanlardaki farklı yükseklikteki ve biyomorfik formdaki grup elemanları kullanıcılarda merak ve gizem uyandırmaktadır.

3.4. Risk/Tehlike, Tören ve Anıt Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Tören ve anıt alanına ulaşım yoğunluğunun fazla olmasından dolayı risk/tehlike ilkesi kapsamında tehlike oluşturabilecek durumlara rastlanabilmektedir.

1. Mekânda Doğa

1.1 Doğa ile görsel bağlantı, Çocuk Oyun Alanı (Tamamen Sağlıyor)

Çocuk oyun bölgelerinin arka tarafında oval formlu ofis ve otel binaları, ticari mekanlar yer almaktadır. Ön tarafında ise etkinlik çayırı, biyolojik gölet ve koku, renk, şifa, kelebek bahçeleri bulunmaktadır. Floral olarak oldukça fazla çeşitliliğe sahip olan koku, renk, şifa ve kelebek bahçeleri mevsim değişimlerinde farklı manzaralar sunarak çocuk oyun alanındaki kullanıcılara doğa ile görsel bağlantı yakalama imkânı sunmaktadır.

1.2 Doğa ile görsel olmayan bağlantı, Çocuk Oyun Alanı, (Tamamen Sağlıyor)

Çocuk oyun bölgelerinin hemen üst kısmında konumlanan koku, şifa, renk ve kelebek bahçelerinden gelen duyusal, kokusal ve tat alma gibi tüm uyaranlar doğa ile görsel olmayan bağlantıyı sağlamaktadır. Alanın hemen yakınlarındaki süs havuzundan ve biyolojik göletten gelen su sesi, etkinlik çayırındaki yoğun ağaçlandırma sayesinde yaprak hışırtılarıyla birlikte bağlantı kuvvetlenmektedir.

1.3 Ritmik olmayan duyusal, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler), (Tamamen Sağlıyor)

Etkinlik çayırının hemen arkasındaki çocuk oyun alanındaki mekanik oyuncaklardan çıkan sesler bir şekilde ağırlık oluştursa da alanın direkt karşısında sıralı bahçeler yoğun ağaçlık alanlar ve koru alanı konumlanmaktadır. Çevredeki çalı ve ağaçların rüzgâr aracılığıyla hareketlenmesi ritmik olmayan duyusal uyaranların varlığını göstermektedir.

1.4 Termal ve hava akışı değişkenliği, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler) , (Kısmen Sağlıyor)

Sıralı bahçeler, yoğun ağaçlık bölge ve koru alanındaki bitkiler mekanı çevreleyen araç trafiğinin ve yakın çevredeki yüksek katlı konutların kirli havasını filtre ederek temizlenmesinde büyük katkısı bulunmaktadır. Sıralı bahçe yakınlarındaki oturma elemanlarından bazılarının üstü örtü elemanlarıyla entegre biçimde tasarlanarak kullanıcının termal ve hava akışı değişkenliğinin varlığı kısmen düşünülerek tasarlanmıştır.

1.5 Suyun varlığı, Açık Yeşil Alanlar (Bahçeler), (Kısmen Sağlıyor)

Başakşehir Millet Bahçesi'nde süs havuzu ve biyolojik gölet gibi hidrofil ekosistemlere yer verilmiş olup, gölet birçok bitki ve hayvan türü için ev sahipliği görevi görmektedir. Ayrıca alan sınırları içerisinde dere bulunmakta olup, bununla beraber alanda çok sayıda çeşme de mevcuttur. Açık-yeşil alanlarda ağırlıklı olarak yapay su ögeleri mevcuttur. Alanı kullanan bireyler suyun işitsel, görsel, duyusal hem de dokunsal özelliğinden faydalanabilmektedir. Bu alanlarda kullanılan bitkisel malzemelerde doğal alan algısını desteklemektedir.

1.6 Dinamik ve yaygın ışık, Oturma Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Her oturma biriminin üzeri açık kapalı fark etmeksizin yakınlarında ağaçlandırma ve aydınlatma faaliyetleri gözlemlenmektedir. Buradan yola çıkılarak Başakşehir Millet Bahçesi'nin tasarım süreci öncesinde dinamik ışık varlığı dikkate alınarak tasarım yapılmıştır.

1.7 Doğal sistemlerle bağlantı, Oturma Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Kullanıcılar; kelebek, renk, şifa ve koku bahçelerindeki oturma birimlerini kullanırken bitki türlerinin farklı mevsimlerde ve geçişlerindeki değişimlerini gözlemleme imkânı bulabilmektedir. Aynı şekilde barbekü alanındaki oturma birimlerini kullanan kullanıcılar koru alanı ve etkinlik çayırındaki mevsimsel değişiklikleri floral olarak gözlemlemektedir. Ancak su kütlesi bulunmadığından kısmen doğal sistemlerle bağlantı kurabilmektedir.

2. Doğaya Benzeşme

2.1 Biyomorfik formlar ve desenler, Ulaşım ve Otoparklar , (Tamamen Sağlıyor)

Yürüyüş yolu gidiş ve geliş olacak şekilde ikiye bölünmüş ve yolun ortasına ekolojik omurga olarak isimlendirilmiş refüjler oluşturulmuştur. Alan içerisinde koruluklar, çayır alanı, çim alanlar, bitki parterleri ve kaya bahçeleri gibi peyzaj tasarımlarına yer verilmiştir. Etkinlik çayırı adı verilen geniş ve açık çim alan tasarlanmıştır. Bahsi geçen tüm tasarımlar amorf hatlarla oluşturulmuştur. Özellikle

biyolojik göletin formu dikkat çekmektedir. Vaziyet planı okunurken biyomorfik çağrışımlar oldukça fazla göze çarpmaktadır. Millet bahçesindeki ulaşım ve otopark alanlarında doğadan esinlenerek tasarlanmış veya doğa ile uyumlu biyomorfik form ve desenlere kısmen rastlanmaktadır.

2.2 Doğa ile malzeme bağlantısı, Ulaşım ve Otoparklar, (Sağlamıyor)

Çalışma alanlarında doğal malzemeler sınırlı sayıda olduğundan doğa ile malzeme bağlantısı sağlanamamıştır.

2.3 Karmaşıklık ve düzen, Eğlence Alanları, (Tamamen Sağlıyor)

Eğlence alanlarında mekanlar hiyerarşik bir düzen içerisinde olup, tüm mekanlar karmaşıklık ve düzen ilkesi içinde tasarlanmıştır.

3. Mekânın Doğası

3.1 Olasılık, Eğlence Alanları, (Tamamen Sağlıyor)

Millet bahçesinin topoğrafyası düşük bir eğim yüzdesi ile düze yakındır. Bu durum ziyaretçilerin kafe, restaurant ve kıraathane bulunurken görüş açılarını oldukça fazla genişletmektedir. Aynı zamanda kolaylıkla gezmesine olanak sağlamaktadır.

3.2 Sığınak, Spor Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Çalışma alanı dışında bulunan açık-yeşil alanlarda bitkisel uygulamalardaki geçişler ve çeşitlilik nedeniyle kullanıcılar açısından kısmen sığınak ve korunma alanları içermektedir.

3.3 Gizem, Tören ve Anıt Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Meydanlardaki farklı yükseklikteki ve biyomorfik formdaki grup elemanları kullanıcılarda merak ve gizem uyandırmaktadır.

3.4 Risk/Tehlike, Tören ve Anıt Alanları, (Kısmen Sağlıyor)

Tören ve anıt alanına ulaşım belirli geçişlerden sonra yapılabildiğinden dolayı yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda risk/tehlike ilkesi kapsamında tehlike oluşturabilecek durumlara rastlanabilmektedir.

Başakşehir Millet Bahçesi'ndeki 7 fonksiyon alanından her biri, değerlendirilmesi uygun görülen 14 biyofilik tasarım kriterlerinden seçilerek incelenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda millet bahçesinin önemli oranda biyofilik tasarım parametrelerini karşıladığı görülmektedir. Fonksiyon gruplarından çıkan değerlendirmeler ışığında biyofilik tasarım ana parametreleri olan "Mekandaki doğa" kriterinin yedi alt başlığından üç tanesi tamamen sağlanırken kalan dört tanesi de kısmen sağlanmaktadır. Bununla birlikte "Doğaya benzeşme" üç kriterden ikisi tamamen sağlanmakta kalan bir tanesi istenen fonksiyonları sağlayamamaktadır, "Mekânın doğası" ise dört kriterden bir tanesi tamamen sağlamaktayken kalan üç kriter ihtiyaçları kısmen sağlamaktadır.

Millet bahçesi biyofilik tasarım alt parametrelerince değerlendirildiğinde; "Mekânda Doğa" ana başlığının alt kriterlerinden "Doğa ile görsel bağlantı", "Doğa ile görsel olmayan bağlantı" ve "Ritmik olmayan duyusal uyaranlar" şartları tamamen sağlamaktadır. "Doğaya Benzeşme" ana başlığından "Biyomorfik formlar ve desenler", "Karmaşıklık ve düzen" parametreleri uygunluk göstererek ihtiyaçları tamamen karşılamaktadır. "Mekânın Doğası" başlığından ise sadece "Olasılık" kriteri gereken durumları tamamen sağlamaktadır. Millet bahçesi biyofilik tasarım parametreleri bakımından güzel sonuçlar sağlamış olsa da noksan ve yetersiz kalan kriterlerin iyileştirilmesi Millet bahçesinin sağladığı olumlu etki alanını genişletecektir. Yaşam alanlarımızın her noktasında doğa ve doğal özellikler ile güçlendirilmiş açık kapalı mekanlar kullanıcı ve dolayısıyla toplumun refah düzeyini, kent bazında düşünülecek olursa memnuniyet oranını arttıracaktır. Bu kapsamda millet bahçesinde, özellikleri sağlamayan veya kısmen sağlayan, "termal ve hava akışı değişkenliği", "suyun varlığı", "dinamik ve yaygın ışık", "doğal sistemlerle bağlantı", "doğa ile malzeme bağlantısı", "sığınak", "gizem" ve "risk/tehlike" alt kriterleri açısından noksanlıkların giderilmesi sağlanmalıdır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Biyofilik tasarım günümüzde sıkça rastladığımız, evrensel ölçekte düşünüldüğü kadar milli gelişim amaçlarında da faaliyet gösteren bir görüş olarak nitelendirilmektedir. Tamamlanan çalışma süreçlerinde biyofilik tasarım parametrelerince gelişim gösteren şehirlerde bulunan bireylerin iç güdüsel olarak ihtiyaç duydukları doğa ile ilişkilerini deneyimlemelerine olanak tanıması ve devamında kent ölçeğinde nitelikli yaşam şartlarını oluşturduğu gözlemlenmektedir. Kentlerde biyofilik tasarım alanlarının oluşması ve süregelen bu sistem içinde biyofilik olmayan alanlarla birlikte çalışarak etkileşimin kent genelinde sağlanması amaçlanmaktadır. Ancak biyofilinin şehircilik boyutundan önce biyofilik tasarım parametrelerine uygun planlanmış mekânsal kullanımların yaygınlaşması devamında arttırılması gerekmektedir. Özellikle incelenen Başakşehir Millet Bahçesi'nde olduğu şekilde bulundukları bölgenin merkezlerinde konumlandırılan bu alanlar, bünyesinde barındırdıkları özellikleri ve fonksiyonlarıyla kent içinde yerleşimsel ayrıcalıkların niteliğinin arttırılmasına fayda sağlayacağından önem taşımaktadır. Çalışmada Millet Bahçesi'nin fonksiyonel ve niteliksel olarak iyileştirilmesiyle birlikte iyileştirme amaçlarıyla mevcut kullanımların biyofilik tasarım parametrelerini sağlama durumları değerlendirilmiştir. Değerlendirme neticesinde millet bahçesinin biyofilik tasarım kriterlerine iyi derecede uyum gösterdiği ancak geliştirme ve iyileştirmeye çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Çalışma değerlendirilmesinde Başakşehir Millet Bahçesi'nin biyofilik tasarım kriterlerine uyum düzeyinin artırılması için sunulan öneriler aşağıda belirtilmiştir.

Giriş Kapısı Önerisi

Millet bahçesinin girişinden çıkış noktasına kadar biyofilik tasarım esintileri açık-kapalı mekânda kullanıcıya hissettirilmelidir. Ancak bu şekilde gerçekten doğayla iç içe bir atmosferi kullanıcıya sunmak mümkün olacaktır. Bahçenin giriş kapısında amorf formlar kullanılarak doğadan ilham alınan saydam yüzeyler, ritimler ve floral materyaller kullanılarak ilgi uyandıracak biçimlerde tasarımlar yapılmalıdır (Şekil 7.)

Mevcut Giriş Kapısı | Öneri 1.(URL3) | Öneri 2.(URL4) | Öneri 3.(URL5)

Şekil 4. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Giriş Kapısı ve Tasarım Önerisi (URL3-4-5)

Şehir Mobilya Önerisi Millet bahçesi içerisinde farklı bölgelerde genellikle ahşap malzemeden tek tip ve yahut benzer tasarımlara sahip oturma birimleri kullanılmıştır. Millet bahçesinin genel tasarım kararlarına uygun, doğadan yansıyan formlarda ve doğal malzemeler kullanılarak yeni, alışılmışın dışında oturma birimleri tasarlanmalıdır. Özellikle bu öneride dinamik ışık parametresiyle birlikte biyomorfik form ve desenler, doğa ile malzeme bağlantısı kriterleriyle birlikte çalışılmalıdır (Şekil 8).

Mevcut Mobilya Öneri 1.(URL6) Öneri 2.(URL7) Öneri 3.(URL8)

Şekil 5. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Şehir Mobilyaları ve Tasarım Önerisi (URL6-7-8)

Sert Zemin Kaplamaları ve Tasarım Önerisi

Kentliyi bir araya toplayan 42 bin metrekarelik etkinlik çayırı eski İstanbul bahçelerinin açık toplanma alanlarına benzetilmektedir aynı zamanda etkileşim kurmanın bir parçası olan geleneksel çayır faaliyetlerini anımsatmaktadır. Bu tarz açık toplanma alanları, park içi meydanlarda kermes, konser gibi etkinlikler yapılmaktadır. Ancak dikkat çeken kullanım alanı olarak sert zemin veya yeşil zeminlerin geniş ölçeklerde kullanımıdır. Büyük ölçekli döşemeler alanlar arasındaki ilişkiye zarar vererek sirkülasyonu olumsuz etkilemektedir. O nedenle geçirgen yüzeyli doğa ile ilişki kurulmasına olanak tanıyan, yönlendirme etkilerini ortaya çıkaran tasarımlar yapılmalıdır (Şekil 9)

Mevcut Etkinlik Çayırı Öneri 1.(URL9) Öneri 2.(URL10)

Şekil 6. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Şehir Mobilyaları ve Tasarım Önerisi (URL8-9)

Ulaşım-Bisiklet Yolu ve Tasarım Önerisi

Başakşehir Millet Bahçesi'ne öneri yapılabilecek fonksiyonlardan biri de ulaşım sağlanan bisiklet ve yaya yürüyüş yollarıdır. Ulaşım sağlanan aynı zamanda mekandaki doğal akışa atıfta bulunan bu yol ağlarını birtakım floral materyallerle birlikte bahçedeki çeşitli fonksiyonlarla entegre edilebileceği önerilmektedir (Şekil 10).

Mevcut Bisiklet Yolu Öneri 1.(URL11) Öneri 2.(URL12) Öneri 3.(URL13)

Şekil 7. Başakşehir Millet Bahçesi'nin Yürüyüş, Bisiklet Yolu ve Tasarım Önerisi (URL12-13-14)

Sonuç olarak kent bazında incelendiğinde millet bahçelerinin kentin ekolojisine dolaylı yoldan kimliğine kazandıracağı önem ön planda tutularak, bu bölgelerin yalnızca nitelikli yeşil alan düzenlemesi olarak kabul edilmemesi gerekmektedir. Millet bahçesi olarak geliştirilen bu mekanların, tasarım ve uygulama aşamasında Millet bahçeleri projelendirme ilkelerine ek olarak biyofilik tasarım prensiplerinin beraber okutulmasıyla, hayata geçirilen millet bahçelerinde mevcutta varolan niteliğin arttırılması amaçlanmaktadır. Sonuç olarak millet bahçelerinin fonksiyonlarına göre tasarım kararları alınırken biyofilik tasarım kriterlerinden bir tanesi baz alınarak karar verilmemelidir. Başarılı biyofilik mekanlar ancak birkaç parametrenin entegre çalışması halinde olumlu sonuçlar vermektedir. Millet bahçelerinin biyofilik tasarım tabanlı sağlanması; çıkarılan sonuçlardan yaklaşımların değerlendirilmesi, birtakım kaynakların entegre bir biçimde kullanılması mekanların hızlı bir biçimde biyofilik girişimleri ve karakterlerinin değişiminde etkili bir yöntem olacaktır; Gölge oluşumu sağlayan perdeleme donatılarının alanda bitkisel tasarımlarla birlikte kullanılması,

-Mevcut su ögelerinde deneyim ve uygulamalarında çeşitliliğin sağlanması, yapılan tasarımla açık alanda klimatik ortamlar oluşturulması,

-Donatılara dolayısıyla tasarıma doğanın ruhu ve felsefesiyle yaklaşılmalı,

-Mevcut kaynakları korumak öncelikli olmalı ardından geri dönüştürülerek kullanılması desteklenmeli,

-Sistemin en başında doğa ve doğal ortamlar referans alınmalı,

-Doğal ortamların mekân yaratma, güven ve koruma sağlama gibi önemli özelliklerinden faydalanılmalı,

-Mekânı çekici kılmak amaçlı birtakım gizemler barındırmalı ancak güven ve gizem aynı düzeyde korunmalı,

-Risklerin önüne geçilmeli, güven koşulları sağlanmalı,

-Kullanıcı deneyimleriyle mekânı keşfetmeli, bu mekânı daha çekici ve akılda kalıcı kılmaktadır,

Millet bahçelerinin biyofilik tasarım yaklaşımıyla değerlendirilirken; biyofilik peyzaj ve şehircilik merceğinden bakılarak, millet bahçelerinin sahip olduğu imkanlar, doğanın kente temas etmesini hangi düzeyde etkilediğine dair irdelenmektedir. Sonrasında ise araştırma alanının gereksinimleri ve çalışma planını yönlendirmesiyle biyofilik tasarımın literatüre aktardığı kriterlere ek millet bahçeleri tasarımı gereksinimleri doğrultusunda tasarım kararlarında destek niteliği taşıyacak öneriler ortaya koyulup gelecekteki mimarlara, kent planlamacılara kılavuz önerisinde bulunulmaktadır.

KAYNAKÇA

Abant, B., & Baysal, İ. (2021a). Dalı Kentsel Yeşil Alanların Biyoçeşitlilik Açısından İncelenmesi ; İstanbul Millet Bahçeleri Örneği Prof . Dr . Meriç Kumbaşlı Kabul ve Onay Sayfası.

Bakanlığı, Ç. Ve Ş. (2020). Millet Bahçeleri Rehberi. Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, 32.

Beatley, T. (2017). Biophilic Cities And Healthy Societies. Urban Planning, 2(4), 1–4. Https://Doi.Org/10.17645/Up.V2i4.1054

Bingöl, S. (2021). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geçmişten Günümüze Millet Bahçesi Kavramı ve Türkiye'deki Kamusal Açık Ve Yeşil Alanlar İçerisindeki Yerinin Değerlendirilmesi Serpil Bingöl Danışman Doç. Dr. Candan Kuş Şahin Yüksek Lisans Tezi Peyzaj.

Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). 14 Patterns Of Biophilic Design: Improving Health & Well-Being İn The Built Environment. Terrapin Bright Green,LLC, 1–64. Https://Doi.Org/10.1016/J.Yebeh.2008.04.024

Delionü, A. A. (2023). Biyofilik Tasarım İlkeleri Kapsamında Ofis Yapılarının İncelenmesi. 31–41.

Gül, A., & Küçük, V. (2001). Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2, 27–48.

İrfanoğlu, H. İ., & Suri, L. (2022). Biyofilik Tasarım Kriterlerinin Mekanlar Üzerinden Değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21(41), 95–116.

Ökten, S.S.O. (2022). Kent Parklarının Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre Yenilenmesi: İskenderun Millet Parkı Örneği, Kent Akademisi Dergisi, 15(1), 1–18. https://doi.org/10.35674/kent.984157

Profile, S. E. E. (2022). Biyofilik Tasarım Kapsamında İyileştiren Kentsel Mekânlar. November.

Şenozan, M. I. (2018). İnsan - Mekan - Doğa Etkileşiminin Sürdürülebilir Bir Öğretisi Olarak Biyofilik Tasarım. Photosynthetica, 2(1), 1–13.

Shoshı, L. (2023). Ulusal ve Uluslararası Biyofilik Tasarım Örneklerinin Yeşil Bina Tasarım Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi, 4(1), 88–100.

Toptaş, B. (2023). Topkapi Ve Dolmabahçe Saraylari'n Biyofilik Tasarikriterlerine Göre incelenmesi. Journal Of Engineering Research.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). Nitelikli İnsan, Güçlü Toplum. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), 125–130.

Yılmaz, H. (2021). Dünden Bugüne Bahçe Kültürünün Gelişimi: Millet Bahçeleri Örneği. 7(3), 6.

URL1-https://tr.wikipedia.org/wiki/Biyofilik_tasar%C4%B1m (Erişim Tarihi: 27.03.2024)

URL2-https://www.basaksehir.bel.tr/basaksehir-millet-bahcesi-4503 (Erişim Tarihi: 20.05.2024)

URL3-https://tr.pinterest.com/pin/668714244699930643/ (Erişim Tarihi: 02.06.2024)

URL4-https://tr.pinterest.com/pin/668714244uan699930649/ (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL5-https://tr.pinterest.com/pin/668714244699930642/ (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL6-https://archello.com/project/link-the-city-to-nature (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL7-https://www.archdaily.com/906027/root-bench-yong-ju-lee-architecture (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL8-https://landezine.com/2012/07/saiki-peace-memorial-park-by-earthscape/saiki-peace-memorial-park-by-earthscape-02/ (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL9-https://landezine.com/2012/07/saiki-peace-memorial-park-by-earthscape/saiki-peace-memorial-park-by-earthscape-02/ (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL10-https://mooool.com/en/mega-park-by-landscape-collaboration.html (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL11-https://mooool.com/en/yango-homelook-guiyang-by-s-p-i-design-co-ltd.html (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL12-https://www.dezeen.com/2012/10/24/superkilen-park-by-big-topotek1-and-superflex/?fb_action_ids=419185851480243&fb_action_types=og.likes&fb_source=other_multiline&

action_object_map=%7B%2241918585148024 3%22%3A300794940033848%7D&action_type_map=%7B%2241918585148024 3%22%3A%22og.likes%22%7D&action_ref_map=%5B%5D (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL13-https://mp.weixin.qq.com/s/aiKHZOdbrklUz5ZwDIv6Tw (Erişim Tarihi: 03.06.2024)

URL14-https://www.basaksehir.bel.tr/cografi-konum (Erişim Tarihi: 05.08.2024)

URL15-https://csb.gov.tr/bakan-ozhaseki-81-ilimize-100-milyon-metrekare-millet-bahcesi-kazandirmak-icin-calismalarimizi-araliksiz-surduruyoruz-bakanlik-faaliyetleri-38709#:~:text=%C5%9Eu%20anda%3B%2027%20milyon%20513,bah%C3%A7esinde%20ise%20%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalar%20devam%20ediyor. (Erişim Tarihi: 06.08.2024)

DAĞLIK TOPOĞRAFYADA BİR KÖY YERLEŞİMİNİN UZUN YILLAR BOYUNCA YAYLIMININ İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ; BURÇ KÖYÜ, NİĞDE, TÜRKİYE'DE BİR DURUM ÇALIŞMASI

MONITORING AND EVALUATING THE LONG-TERM SPATIAL EXPANSION OF A VILLAGE SETTLEMENT IN MOUNTAINOUS TOPOGRAPHY. A CASE STUDY OF BURÇ VILLAGE, NİĞDE, TÜRKİYE

Mahmut DİNGİL

Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4901-7554

ÖZET

Büyük şehirlerde ve kentsel nüfusun yoğun olduğu modern yerleşimlerde yapılaşmanın yayılımı kaçınılmaz bir sonuçtur. Benzer şekilde topoğrafik olarak düz ve tarımsal alanların yaygın olduğu alanlarda da kentlerdeki bu yayılımı görmek mümkündür. Buna bağlı olarak bu tür bölgelerde tarımsal alanların amaç dışı kullanımları ön plana çıkmaktadır. Uydu görüntüleme ve bilgisayar teknolojileri birçok bilim dalında kullanılabildiği gibi şehirlerin yayılımının değerlendirilmesinde de oldukça etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada Uzaktan Algılama (UA) teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, yapılaşmanın yayılım deseni bölgenin topografik koşullarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Niğde İli'nin Çamardı İlçesi'ne bağlı Burç Köyü, verimli tarım arazilerinin yaygın olmadığı; daha çok eğimli, engebeli, yer yer kayalık dağlık bir topoğrafya ile kısmen bir dere yatağının hakim olduğu bir bölgede yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, uzun yıllar içerisinde (1986-2024) dağlık alandaki bir köy yerleşiminin yayılımını (yapılaşmayı) haritalamak, varsa bu yayılımı etkileyen çevresel, sosyal faktörleri tespit etmek, yerleşimin yayılım yönüne ve desenine ilişkin değerlendirme yapmaktır. Araştırma alanı olan Burç Köyü'nün yerleşim alanı 1986 yılında 157.041 m2 iken 2024 yılında 485.500 m2 olarak tespit edilmiştir. Bu da 38 yıllık süreçte toplamda %209,1 artışı ifade ederken yıllık yayılım oranı ise %3,01 olarak hesaplanmıştır. Yerleşim alanlarındaki yayılım artışının temel nedeni olarak genellikle nüfus artışı gösterilse de, Burç Köyü'nün nüfus verileri bu durumu desteklememektedir. 1980 yılında 1829 olan nüfus, 2022 yılında 1144 kişiye düşmüştür. Bu veriler çalışma alanındaki nüfusun söz konusu yıllar arasında yıllık ortalama %-1,81 oranında azaldığını göstermektedir. Bir başka ifade ile çalışma alanındaki kentsel yayılımın nüfus etkisinde olmadığı anlaşılmaktadır. Yerleşim alanlarının dikkat çekici bir biçimde daha verimli tarım arazilerine doğru genişlediği tespit edilmiş ve bu durumun karar vericiler tarafından dikkate alınması gereken önemli bir sonuç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, CBS, Köy yerleşimi, Kırsal yayılım, Nüfus değişimi.

ABSTRACT

Urban expansion is an inevitable outcome in large cities and modern settlements with dense urban populations. Similarly, this expansion can also be observed in areas characterized by flat topography and widespread agricultural lands. Consequently, the misuse of agricultural lands for non-agricultural purposes becomes a prominent issue in such regions. Satellite imaging and computer Technologies, which are utilized across various scientific disciplines, are also highly effective tools for assessing urban sprawl and its implications.

In this study, Remote Sensing (RS) techniques and Geographic Information Systems (GIS) were utilized to evaluate the spatial distribution of urbanization in relation to the region's topographic conditions. Burç Village, located in the Çamardı District of Niğde Province, where the study was conducted, is

situated in an area characterized by a lack of extensive fertile agricultural lands. Instead, the region predominantly consist of sloping, rugged, and partially rocky mountainous terrain, with a streambed dominating certain sections.

The aim of this study is to map the spatial expansion (urbanization) of a village settlement in a mountainous area over a long period (1986-2024), to identify potential environmental and social factors influencing this expansion, and to evaluate the direction and pattern of settlement growth. The settlement area of Burç Village, the research site, was recorded as 157,041 m2 in 1986, which increased to 485,500 m2 in 2024. This indicates a total increase of 209.1% over 38 years, with an annual expansion rate of 3.01%. Although population growth is often cited as the primary driver of settlement expansion, the population data for Burç Village do not support this claim. The village's population decreased from 1,829 in 1980 to 1,144 in 2022, reflecting an average annual population decline of -1.81% during this period. This suggests that urban expansion in the study area is not influenced by population growth. Notably, it was observed that settlement areas have expanded significantly toward more fertile agricultural lands. This finding highlights an important issue that decision-makers need to consider.

Keywords: Remote sensing, GIS, Village settlement, Rural expansion, Population change.

INTRODUCTION

Rapid urbanization poses a significant challenge for developing countries due to its important environmental impacts (Ahmadi et al., 2023). Urban growth creates economic and social opportunities; however, it can also affect ecosystems and lead to the loss of biodiversity (Alharthi and El-Damaty, 2022). Typically, urban sprawl, which emerges alongside population growth in cities, replaces other land uses. With few exceptions, most settlements expand over agricultural lands. This urban expansion creates semi-urban areas between urban and agricultural land use (Ramzy et al., 2023; Narain et al., 2013). Over time, these areas tend to transform entirely into urban use, leading to the loss of agricultural land or changes in land patterns.

Remote sensing (RS) enables the acquisition of highly reliable data on urban sprawl. RS provides spatial-temporal data and can be integrated with Geographic Information Systems (GIS) to map and monitor the dynamics of urban growth (Xu and Gao, 2021; Ahmad and Goparaju, 2016; Daoudi and Niang, 2021). When combined with GIS, RS can be effectively used to assess the impact of geomorphic features on urban sprawl (Xu and Gao, 2021; Daoudi and Niang, 2021).

Alharthi and El-Damaty (2022) utilized Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) techniques for Decision Support Systems in the expansion of Taif city between 1990 and 2020. The study revealed that urban land cover increased over the 30-year period, while other land covers, such as green areas, significantly declined. The results also showed that the increase in urban areas reached 114.8% from 1990 to 2020. It was determined that new developments, such as Taif Airport, Taif University, and Ministry of Housing projects, were located in the northern and northeastern directions.

Berila and Isufi (2021) revealed that built-up areas in Pristina increased by 16.46 km² between 2000 and 2020, compared to non-built-up areas. The researchers also confirmed the increase in urban areas in Pristina through landscape metric analysis results.

Shikary and Rudra (2021), in their study on measuring urban land use change and sprawl in the West Bengal region of India, found significant decreases in various land cover types due to the increasing demand for artificial, human-made land. Specifically, they observed a reduction of 65.41% in vegetation, 47.63% in water bodies, 31.55% in barren land, and 10.79% in agricultural land over the study period. Additionally, built-up areas expanded by 122% over 20 years, demonstrating the continued physical urban expansion across the municipality. The study results indicated that the urban growth pattern in this municipality is compact, with most of the development directed toward the North, Northeast, East, Southeast, and South.

Seevarethnam et al. (2021) conducted a geo-spatial analysis study to determine urban sprawl patterns in Sri Lanka. The study utilized Landsat satellite images from the years 2000, 2010, and 2020, along with population data from 2002, 2011, and 2019. The results revealed that low-density development, leapfrog development, commercial strip development, and scattered growth are the key characteristics of urban sprawl in the study area. Belal and Moghanm (2021) stated that it is a well-known fact that the increase in urban population is generally proportional to the physical expansion of the city.

In areas with mountainous and hilly topography, it is rarely possible to encounter class I, II, and III agricultural lands suitable for cultivated farming on flat or nearly flat slopes. Therefore, the expansion of agricultural land in mountainous and hilly areas is highly limited due to topographic conditions.

Rouhani and Elmi (2021) evaluated urban expansion in the city of Shiraz, Iran, using remote sensing and GIS methods. The study area consists of five classes: agriculture, urban areas, bare land, tree cover, and street uses. The research results showed that urban areas expanded towards agricultural and bare lands, indicating significant changes in land use. It was found that between 1982 and 2018, urban areas expanded at an average rate of 624 hectares per year, while between 1996 and 2006, this increase was 238 hectares per year. Additionally, it was determined that in the first period, agricultural land degraded at an annual rate of 198 hectares, while this rate was 14 hectares and 19 hectares for the second and third periods, respectively.

Jia et al. (2020) conducted a study on rapid urbanization in a mountainous area. The study focused on the Chongqing region of China, where rapid urban expansion has been observed. It was noted that the urbanization pattern in this region is unique compared to the patterns found in China's flat areas. The study found that after the year 2000, the leapfrog model dominated the urban development process. Additionally, it was determined that during the urban expansion process, the primary driving force of urbanization shifted from demographics to the economy, while the restrictive impact of topography decreased.

Another method for identifying and assessing urban expansion is the use of the Shannon entropy index. Chettry and Surawar (2020) evaluated urban sprawl in Raipur and Bhubaneswar using geoinformatics between 1991 and 2018. According to the study results, the loss of agricultural land, water bodies, and fallow land cover due to rapid urban expansion was confirmed. The entropy index indicated the extent of urban sprawl in both cities. The evaluation of urban sprawl typologies revealed that, throughout the study period, secondary urban cores and urban peripheries expanded outward into surrounding areas.

Liu et al. (2022) evaluated the process of urban expansion in the Guangzhou region of China between 1665 and 2017 using evidence from historical maps and remote sensing images. The research results showed that international trade policies directly influenced urban expansion and the emergence of new buildings with educational and religious functions between 1665 and 1907. Between 1912 and 1938, during the Nationalist Period, political regime changes led to the peak of urban expansion. However, it was found that urban expansion became prominent again after 1949, during the Socialist Period, and that China’s reform and opening-up policy in 1978 further promoted urban expansion in Guangzhou. Additionally, the direction and scale of Guangzhou’s urban expansion were found to be consistent with policies and urban planning through the evaluations.

My study evaluates the urban sprawl of a village settlement located in a mountainous region over a 38-year period from 1986 to 2024. In this context, the objectives of the study are (1) to map the distribution of the village settlement in the mountainous terrain, (2) to assess the impact of environmental factors on this sprawl, (3) to determine the direction of the settlement's spread, and (4) to examine the sprawl patterns of buildings.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

Burç Village, the study area, is located in the hilly and mountainous region of Çamardı District, Niğde Province, Türkiye, between the coordinates 37°48'50.59"N, 34°57'40.34"E and 37°47'21.77"N, 34°59'53.39"E (Figure 1). The elevations in the hilly and mountainous areas surrounding Burç Village range from approximately 1425 to 1700 meters above sea level. In other words, Burç Village is situated

within these elevations. In addition to the hilly and mountainous landforms, the area surrounding Burç Village also contains agricultural lands (gardens and dry farming), the main road, secondary roads, and river uses.

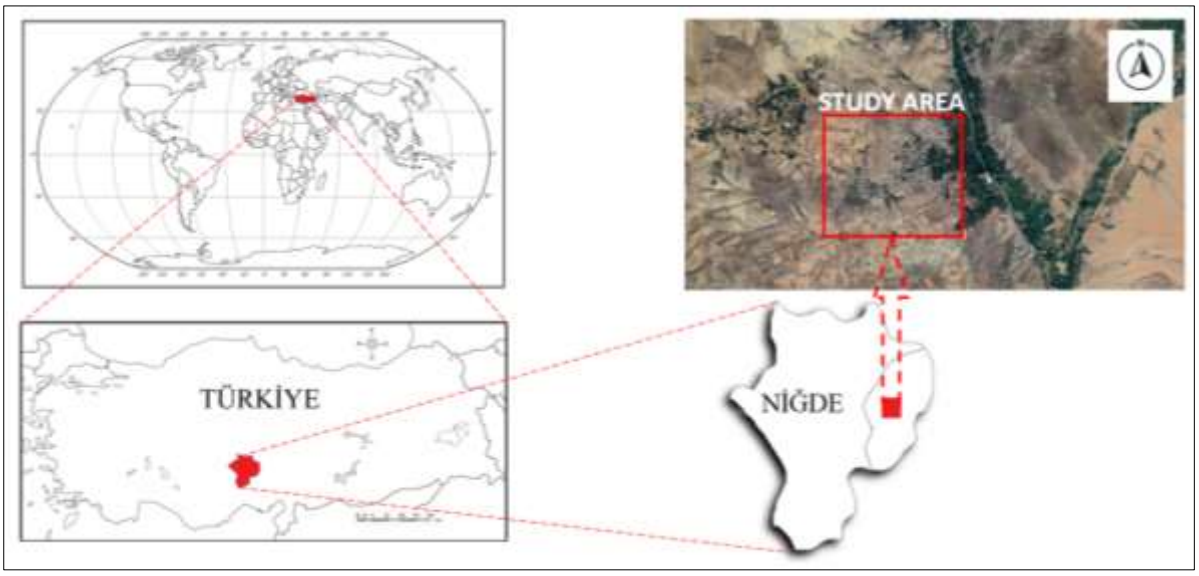


Figure 1. Location of the study area, Burç Village (Saygılı R., 2008).

Material

Remote sensing data, including a 1/30000 scale black-and-white aerial photograph from 1986 and a high-resolution satellite image from 2024, were used as basemaps in the study. The aerial photograph was obtained from the General Command of Mapping archives, and the satellite image was acquired from Google Earth Pro software. Remote sensing (RS) and GIS processes (georeferencing, overlay, digitization, etc.) were carried out using the open-access "QGIS 3.34 Prizren" software. After the GIS analysis, Microsoft Excel 2013 software was used to calculate, evaluate, and visualize the spatial and population data obtained.

Method

In order to determine the expansion of Burç Village over a 38-year period, six main stages were established in the study (Figure 2). The first stage involved identifying a rural settlement located in a hilly topography, in line with the aim of the research. In this context, Burç Village, located in the Çamardı District of Niğde Province, was identified after an archival search and Google Earth Pro software scan. The second stage involved obtaining old and new images. In this regard, a black-and-white aerial photograph taken in 1986 at a 1/30,000 scale was obtained from the General Command of Mapping, and a high-resolution satellite image for the current imagery was acquired from the publicly accessible Google Earth Pro software. The third stage involved the geographic correction of the aerial photograph and satellite image using the publicly accessible "QGIS 3.34 Prizren" software. During this process, the necessary reference coordinates (ground control points) were also obtained from Google Earth Pro software. The fourth stage involved interpreting the images and digitizing settlement boundaries and some land uses in different layers. In this stage, the settlement boundaries for 1986 and 2024, as well as concentric circles required for determining the direction of the expansion, were digitized in different layers. The fifth stage involved creating the settlement expansion maps of Burç Village for the relevant years and overlaying them in the GIS environment. In the final stage of the study, expansion maps of Burç Village for the years 1986 and 2024 were created, along with the expansion direction map of the village, and evaluations were made.

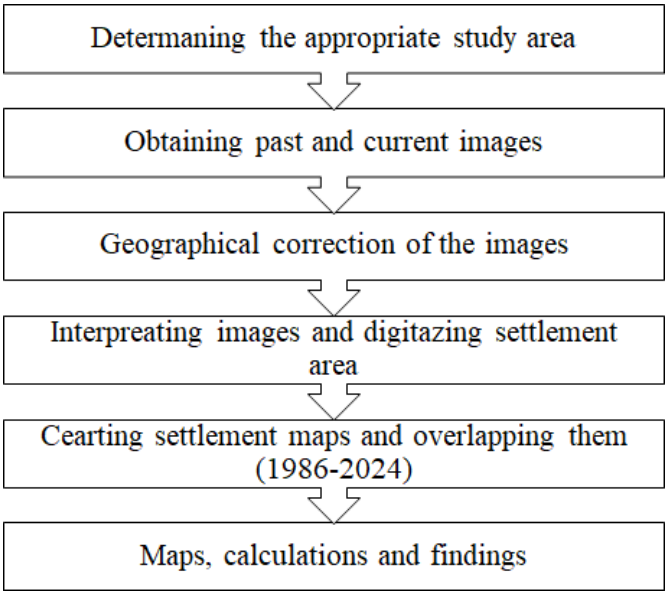


Figure 2. Flowchart of the methodology employed in the study.

RESULT AND DISCUSSIONS

After interpretation and digitization of the aerial photograph and satellite image, it has been determined that the settlement area of Burç Village was 15.7 ha in 1986 and 48.6 ha in 2024 (Figure 3). Over the past 38 years, an increase of 32.9 ha in the settlement area of Burç Village has been identified. The expansion of this area is clearly visible on the map obtained by overlaying the settlement patterns of 1986 and 2024, as shown in Figure 4. This represents a total increase of 209% over 38 years. Using the Compound Annual Growth Rate (CAGR) formula detailed below, the annual settlement area expansion rate in Burç Village has been calculated as 3.01%. In this formula: N_0= Beginning value, N_t= Ending value, t= Number of years and r= Annual rate of change.

$$1 + r = (\frac{N_t}{N_0})^{1/t}$$

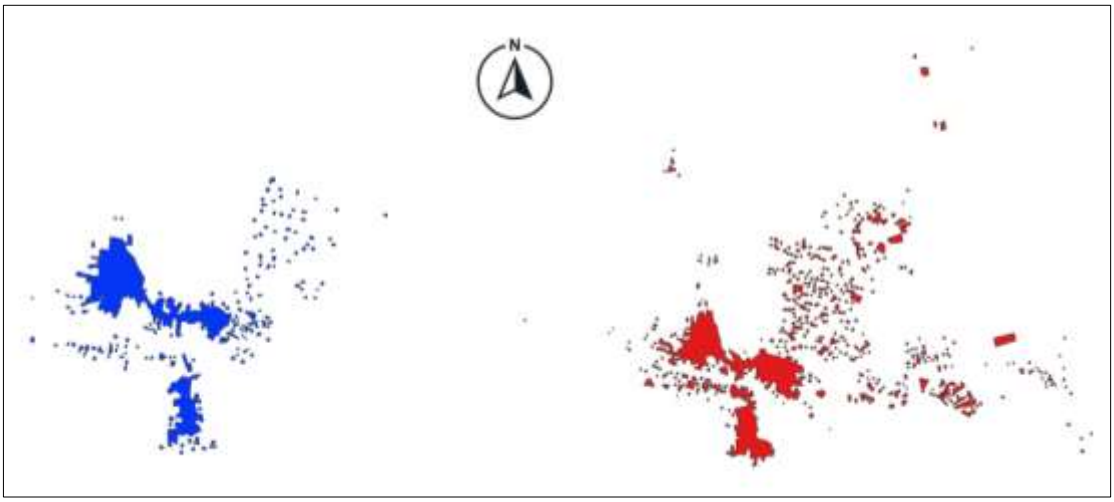


Figure 3. The study area (Burç Village) on the left; expansion map for 1986, and on the right; expansion map for 2024.

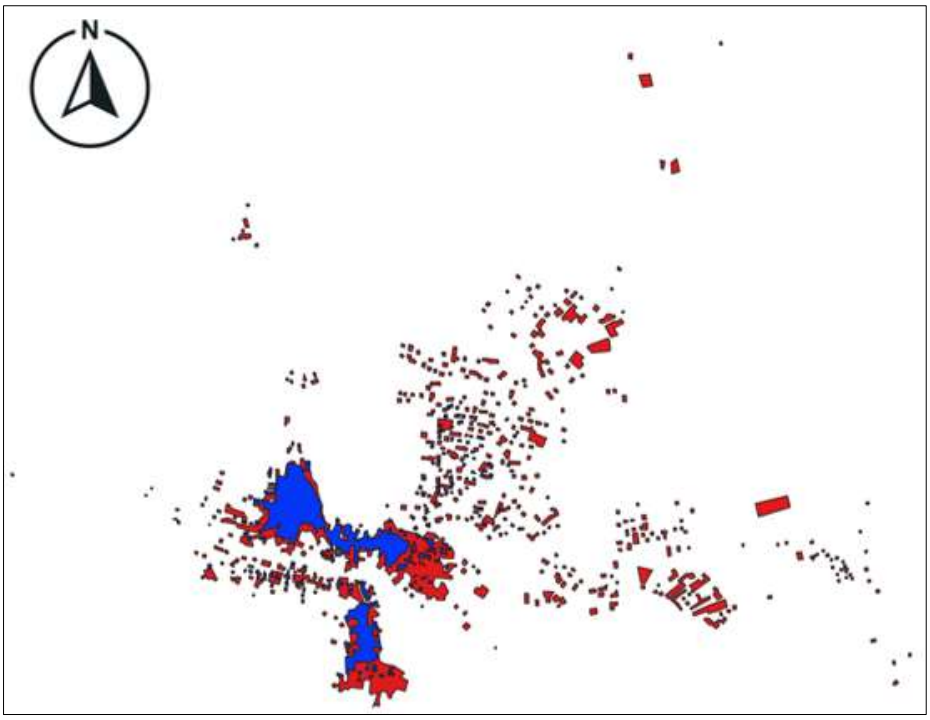


Figure 4. Overlaid settlement distributions of Burç Village for the years 1986 and 2024 (blue represents the settlement in 1986, red represents the settlement in 2024).

One of the main findings in previous studies investigating urban sprawl is that urban population increases in direct proportion to urban sprawl, especially in large cities. Similar results have been obtained in rural and mountainous areas as well. In Burç Village, in order to identify the relationship between population and urban sprawl, population data from 1980 to 2022 for the village were obtained (Figure 5). When these data are examined, it is observed that from 1980 (1829 people) to 2000 (2550 people), the population of Burç Village showed an increasing trend, while after 2000, it showed a decreasing trend, reaching 1144 people in 2022. Another noteworthy population data is that the population in 2015, 2020, and 2022 (1416, 1222, and 1144 people, respectively) was lower than the population in the earliest year under consideration, 1986. The annual population growth rate between 1980 and 2022 (42 years) was calculated using the CAGR formula and determined to be -1.81%. In other words, while urban sprawl increased in Burç Village, the population has been on a negative trend.

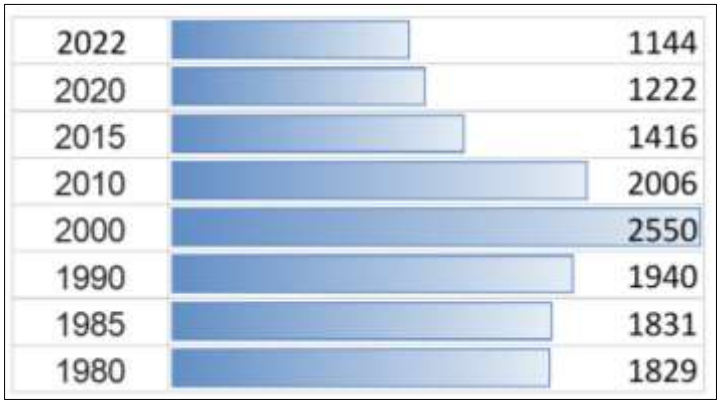


Figure 5. Population data of Burç Village between 1980 and 2022.

The distance between each of the concentric circles used to determine the expansion direction of the village settlement area has been set to 500 meters. Therefore, the distances from the settlement center

are 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, and 3 km, extending outward from the center (Figure 6). According to this, it has been determined that the expansion of the Burç Village settlement area is not in one direction, but rather in two directions, which are the northeast (NE) and east (E) directions (Figure 7). When examining the cross-sectional profiles of the NE and E directions where Burç Village is expanding, it is observed that the study area generally has a slope in the SW-NE and W-E directions. It has been interpreted that the urban sprawl also primarily follows this slope direction. Based on the evaluation of satellite images and cross-sectional profiles, it has been determined that Burç Village is surrounded by hilly and mountainous areas to the north, west, and south (Figures 7, 8).

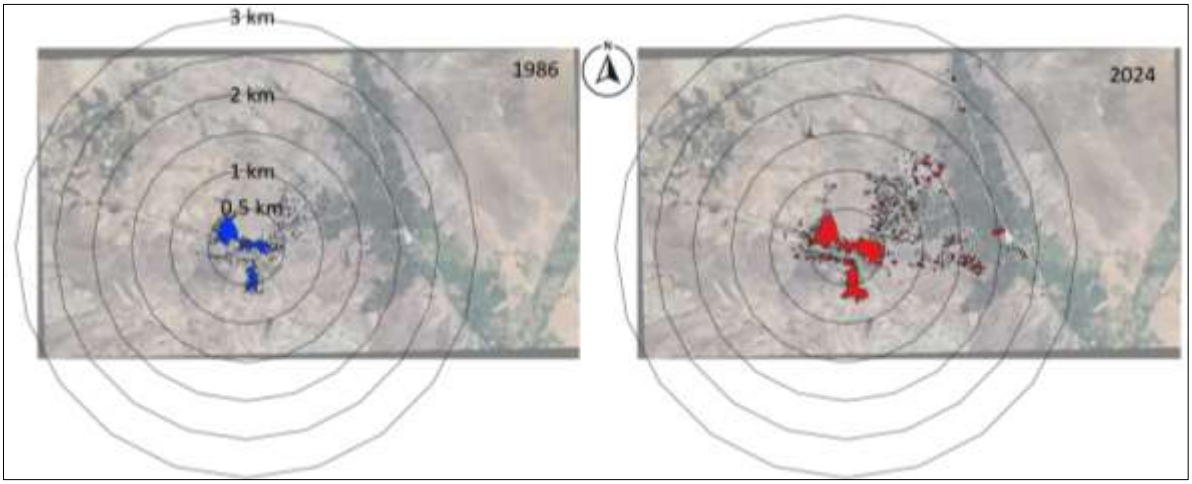


Figure 6. Representation showing the expansion directions of Burç Village between 1986 and 2024, using concentric circles for identification.

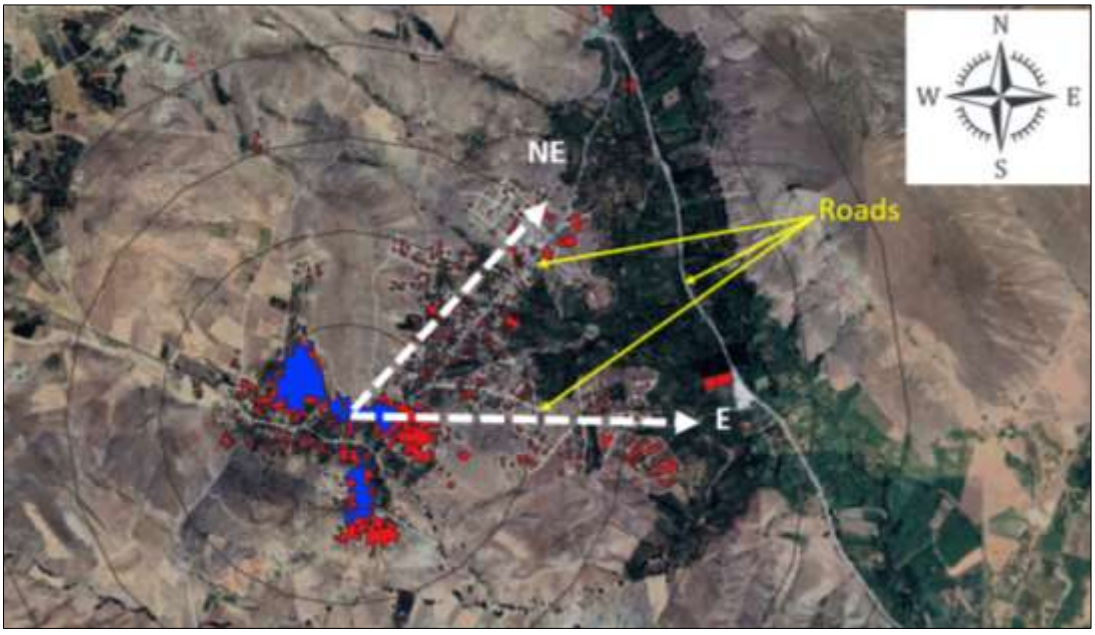


Figure 7. The expansion directions of Burç Village (blue color; represents the expansion in 1986, red color; represents the expansion in 2024).

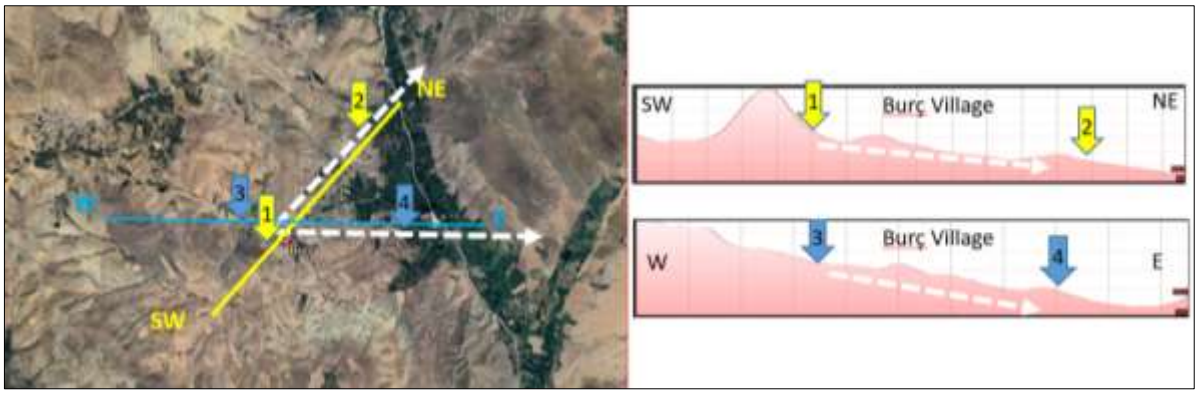


Figure 8. Representation of the urban sprawl directions of Burç Village with lines (left). Cross-sectional profiles showing the topographic structure of the urban sprawl directions (right). The location of Burç Village lies between positions 1-2 in the SW-NE direction and between positions 3-4 in the W-E direction.

Urban sprawl is influenced by many environmental factors, including main roads, flatter slopes, and access to water. Urban sprawl patterns are shaped according to the characteristics of these surrounding factors. In their study, Seevarethnam et al. (2021) identified four different types of urban sprawl patterns: low-density, leapfrog, commercial ribbon, and scattered developments. It has been determined that the urban sprawl pattern identified in Burç Village resembles scattered development. In a scattered development pattern, expansion occurs in all directions from the city center in a specific arrangement. However, in Burç Village, this pattern does not spread in all directions from the city center. The spread is limited to the northeast and east directions. Therefore, the urban sprawl pattern in Burç Village has been redefined as "Semi-scattered Development" (Figure 9).

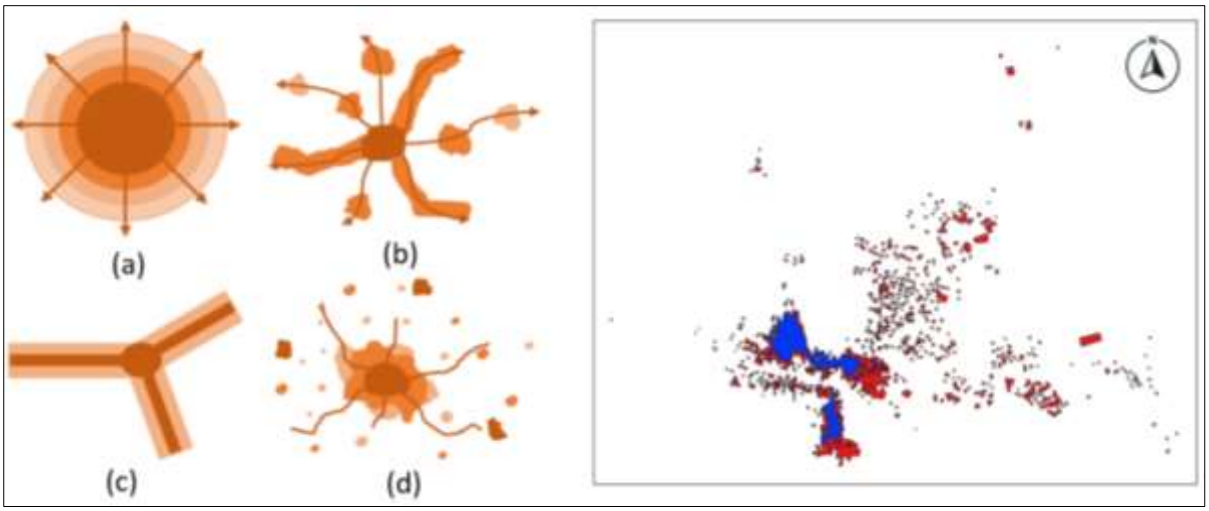


Figure 9. On the left; the urban sprawl pattern classification made by Seevarethnam et al. (2021) (a: Low-density development, b: Leapfrog development, c: Commercial ribbon development, d: Scattered development), on the right; the urban sprawl pattern of Burç Village (Semi-directional scattered development).

CONCLUSIONS

Within the framework of the objectives stated at the beginning of the study, it has been observed that urban settlement expansion in a mountainous area can be effectively analyzed using remote sensing and GIS methods, providing detailed and reliable data. In 1986, the urban expansion area was 15.7 ha, and over the 38-year period until 2024, this figure increased to 48.6 ha. This growth corresponds to a total increase of 209%, with an annual expansion rate of 3.01% in Burç Village.

In many cases, the increase in urban expansion and its growth rate are directly proportional to a city's population growth and population growth rate. This phenomenon is observed in both mountainous (hilly) areas and plains. In this context, based on the population data of Burç Village for the period between 1980 and 2022 (a 42-year span), the annual population growth rate has been determined as -1.81%. Despite this -1.81% decrease in population, the annual urban expansion rate is 3.01%, which is attributed to the presence of settlements belonging to people other than the local population, particularly those who come to the region during the summer months.

It has been determined that urban expansion in Burç Village does not occur in all directions but predominantly in the northeast and east. This expansion pattern is attributed to the hilly and mountainous topography in the north, west, and south of the study area, which restricts growth in these directions. As a result, the limiting effect on the village's expansion in these two directions is due to the presence of hilly and mountainous areas. On the other hand, the positive influence on this expansion is believed to stem from the presence of roads, streams, flatter topography, and agricultural lands along the expansion paths. Considering the topography of the study area, the expansion direction of Burç Village behaves like water, flowing from hilly and mountainous (steeply sloped) areas toward flatter terrain where the slope decreases.

It has been determined that the urban expansion pattern that occurred in the northeast and east directions over 38 years follows a pattern called semi-scattered development, which is similar to scattered development.

It has been determined that due to the expansion directions of the Burç Village settlement area (northeast, east), agricultural lands (primarily garden farming) and the river ecosystem may face negative environmental impacts caused by human activities. On the other hand, in order to mitigate these adverse effects, the expansion of the Burç Village settlement towards the north, northwest, and south should be supported and encouraged through various policies.

This study serves as a step in examining settlements located in sloped and rural areas. Findings that can be used in future studies on similar topographies have been obtained. Additionally, the results obtained over a 38-year period can contribute to forming a planning model for Burç Village. Moreover, the study can also be used as an example for educating urban development experts.

REFERENCES

Ahmad, F., Goparaju, L. (2016). Analysis of Urban sprawl Dynamics using geospatial Technology in Ranchi City, Jharkhand, India. *J Environ Geography*, 9(1–2):7–13. https://doi.org/10.1515/jengeo-2016-00023

Ahmadi, K., Sahak, A. S., & Sahak, A. T. (2023). Evaluation of Urban Sprawl and Land Use/Cover Variation Patterns through Remote Sensing Data: A Case Study in Kabul City, Afghanistan. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 4(6), 10–20. https://doi.org/10.24018/ejgeo.2023.4.6.434

Alharthi, B., and El-Damaty, T. (2022). Study the Urban Expansion of Taif City Using Remote Sensing and GIS Techniques for Decision Support System. *Advances in Remote Sensing*, 11, 1-15. https://doi.org/10.4236/ars.2022.111001

Belal, A. A., Moghanm, F. S. (2011). Detecting urban growth using remote sensing and GIS techniques in Al Gharbiya governorate, Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Volume 14, Issue 2, Pages 73-79, ISSN 1110-9823. https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2011.09.001

Berila, A., Isufi, F. (2021). Two Decades (2000–2020) Measuring Urban Sprawl Using GIS, RS and Landscape Metrics: a Case Study of Municipality of Prishtina (Kosovo). *Journal of Ecological Engineering*, 22(6), 114-125. https://doi.org/10.12911/22998993/137078

Chettry, V., Surawar, M. Urban sprawl assessment in Raipur and Bhubaneswar urban agglomerations from 1991 to 2018 using geoinformatics. *Arab J Geosci*, 13, 667 (2020). https://doi.org/10.1007/s12517-020-05693-0

Daoudi, M., & Niang, A. J. (2021). Effects of geomorphological characteristics on urban expansion of Jeddah city-Western Saudi Arabia: a GIS and Remote Sensing Data-Based Study (1965–2020). *Journal of Taibah University for Science*, 15(1), 1217–1231. https://doi.org/10.1080/16583655.2022.2026616

Jia, L., Ma, Q., Du, C., Hu, G., Shang, C. (2020). Rapid urbanization in a mountainous landscape: patterns, drivers, and planning implications. *Landscape Ecol*, 35, 2449–2469. https://doi.org/10.1007/s10980-020-01056-y

Liu, G., Li, J., Nie, P. (2022). Tracking the history of urban expansion in Guangzhou (China) during 1665–2017: Evidence from historical maps and remote sensing images. *Land Use Policy*, Volume 112 105773, ISSN 0264-8377, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105773.

Narain, V., Anand, P. and Banerjee, P. (2013). 'Periurbanization in India: A review of the literature and evidence', Report for the project – Rural to Urban Transitions and the Periurban Interface. SaciWATERs. India.

Ramzy, M., Bandari, I., Al-Sayed, H., Al-Menshawy, A. (2023). Analyzing urban growth in Zagazig city, Egypt, using GIS and Remote Sensing from (1976 to 2021). *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology*, 41(1), 13-26. https://doi.org/10.21608/eijest.2022.132517.1152

Rouhani, A., Elmi, M., (2021). Assessment of urban land expansion using remote sensing and GIS: A case of Shiraz city, Iran, *Brilliant Engineering*, 2, 12-19. https://doi.org/10.36937/ben.2021.002.002

Saygılı, R., (2008). http://cografyaharita.com/haritalarim/3fdunya_dilsiz_haritasi2.png.

Seevarethnam, M., Rusli, N., Ling, G.H.T., Said, I. A. (2021). Geo-Spatial Analysis for Characterising Urban Sprawl Patterns in the Batticaloa Municipal Council, Sri Lanka. *Land*, 10, 636. https://doi.org/10.3390/land10060636

Shikary, C., Rudra, S. (2021). Measuring Urban Land Use Change and Sprawl Using Geospatial Techniques: A Study on Purulia Municipality, West Bengal, India. *J Indian Soc Remote Sens*, 49, 433–448. https://doi.org/10.1007/s12524-020-01212-6

Xu T, Gao J. (2021). Controlled urban sprawl in Auckland, New Zealand and its impacts on the natural environment and housing affordability. *Comput Urban Sci*, 1(16). https://doi.org/10.1007/s43762-021-00017-8

HEMŞİRELERİN BAKIM KALİTE ALGISI VE ETİK DUYARLILIKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN NURSES' PERCEPTION OF CARE QUALITY AND THEIR ETHICAL SENSITIVITY

Büşra Aslan TURAP

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2573-0838

Doç. Dr. Nazan TORUN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1793-3248

ÖZET

Hemşireler için etik duyarlılık kavramı, etik sorunları fark etme, değerlendirme ve uygun çözümler geliştirme becerisi olarak tanımlanır. Bakım kalite algısı ise hemşirelerin sundukları bakımın hasta ihtiyaçlarını karşılama düzeyine ilişkin değerlendirmeleridir. Bu konuda yapılan çalışmalarda hemşirelerin etik duyarlılığı arttığında, bakım kalite algısının da arttığını göstermektedir. Bu konudaki duyarlılık, hasta haklarının korunmasını, etik ihlallerin önlenmesini ve etik kararlar vermeyi kolaylaştırır. Etik duyarlılığa önem veren hemşirelerin, hastanın hem fiziksel hem duygusal hem de etik ihtiyaçlarını karşıladığı belirtilmiştir. Bu durum, hasta bakım kalitesinin artmasıyla hasta memnuniyetin doğru orantılı olarak arttığını bizlere göstermektedir. Bakım kalite algısı yüksek olan hemşirelerin, mesleki olarak sorumluluklarını daha iyi yerine getirerek etik ikilemde kaldıkları zaman durumu daha iyi yönettikleri görülmüştür. Yapılan çalışmalarda hemşirelerin bakım kalite algısının, mesleki tatminleri, hasta sonuçları ve ekip başarısı üzerinde olumlu yönde bir etkisi olduğunu göstermektedir. Etik duyarlılık ve bakım kalite algısı, birbirlerini tamamlayan iki önemli kavramdır. Sağlık hizmetlerinin kalitesini arttırmak için bu iki kavramın geliştirilmesi ve hemşirelerin profesyonel becerilerini arttırmak gerekir. Literatürdeki bulgular, etik duyarlılığı yüksek hemşirelerin diğer hemşirelere göre daha iyi bir bakım sunduğunu ve hastaların memnuniyetine önemli ölçüde katkı sağladığı açıkça gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, Bakım Kalite Algısı, Etik Duyarlılık

ABSTRACT

The concept of ethical sensitivity for nurses is defined as the ability to recognize, evaluate, and develop appropriate solutions to ethical issues. Perceived quality of care, on the other hand, refers to nurses' evaluations of how well the care they provide meets patients' needs. Studies on this topic show that as nurses' ethical sensitivity increases, their perception of care quality also improves. This sensitivity facilitates the protection of patient rights, the prevention of ethical violations, and the ability to make ethical decisions. It has been noted that nurses who prioritize ethical sensitivity address not only the physical but also the emotional and ethical needs of their patients. This demonstrates that as the quality of patient care improves, patient satisfaction increases proportionally. Nurses with a high perception of care quality are better at fulfilling their professional responsibilities and managing ethical dilemmas more effectively. Studies indicate that nurses' perception of care quality has a significant positive impact on their job satisfaction, patient outcomes, and team performance. Ethical sensitivity and perceived quality of care are two interrelated and essential concepts. To improve the quality of healthcare services, it is necessary to develop these two concepts and enhance nurses' professional

skills. Findings in the literature clearly show that nurses with high ethical sensitivity provide better care compared to others and significantly contribute to patient satisfaction.

Key Words: Nurse, Perception Of Care Quality, Ethical Sensitivity

GİRİŞ

Sağlık hizmetleri, bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen ve toplum sağlığını korumaya yönelik önemli bir alandır. Bu hizmetlerin sunumunda hemşirelerin rolü büyük bir önem taşımaktadır. Hemşireler, hasta bakımının kalitesini belirleyen temel profesyonellerdir ve sağlıklı bir toplumun inşasında kaliteli bakım sunmakla yükümlüdürler. Hemşirelerin bakım kalitesine dair algıları, mesleki yeterlilikleri, etik sorumlulukları ve kişisel değerleri gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bakım kalitesi, sağlık hizmetlerinin etkinliği ve hasta memnuniyeti üzerinde doğrudan etkili bir unsurdur (Dursun, 2017). Bu nedenle, hemşirelerin bakım kalitesi algısı hem hastaların tedavi süreçlerini hem de hemşirelerin mesleki doyumlarını etkileyen önemli bir boyutta yer almaktadır.

Bakım kalitesinin artırılmasında önemli bir etken de etik duyarlılıktır. Etik duyarlılık, hemşirelerin karşılaştıkları etik ikilemlere karşı gösterdikleri duyarlılık ve profesyonel sorumluluk anlayışıdır (Özkan, 2018). Bu duyarlılık, hemşirelerin hasta bakımında daha doğru kararlar almalarını sağlar ve bakım sürecinin güvenliğini arttırarak daha kaliteli bir ortam yaratılmasına katkıda bulunur. Etik kararlar, hemşirelerin bireysel değerlerinin yanı sıra toplumun etik normlarına da dayanmaktadır (Kılıç F. , 2019). Bu sebeple, etik duyarlılıkla bakım kalitesi arasında doğrudan bir ilişki olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma, hemşirelerin bakım kalitesi algıları ile etik duyarlılıkları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür incelendiğinde, etik duyarlılık ile bakım kalitesi arasındaki ilişkinin bakımını daha dikkatli ve güvenli bir biçimde sunarak bakım kalitesini artırdıkları vurgulanmaktadır (Yıldız, 2017). Hemşirelerin etik ilkeler doğrultusunda hareket etmeleri, hastalarının bireysel ihtiyaçlarını daha iyi kavrayarak onlara daha kaliteli hizmet sunmalarını mümkün kılmaktadır (Özdemir & Yıldırım, 2016). Ancak, etik duyarlılıkla bakım kalitesi algısının farklı çalışma ortamlarında nasıl değiştiği konusu, literatürde sınırlı sayıda çalışma ile ele alınmıştır.

BAKIM KALİTE ALGISI

Bakım kalitesi, Dünya Sağlık Örgütüne göre (Word Health Organization-WHO) “bireylere ve hasta popülasyonlarına sunulan sağlık hizmetlerinin istenen sağlık sonuçlarını iyileştirme derecesi” şeklinde açıklanmaktadır (WHO, 2019). Hasta bakım hizmetleri sağlık hizmetlerinin en önemli kısımlarından bir bölümünü oluşturmaktadır (Gedikli, 1998). Bireyler kendi isteklerine göre temel olan bireysel gereksinimlerini tam anlamıyla karşılaması da bakım kalitesini göstermektedir (Çatalca, 2003) . Sağlık hizmetleri sunumunda hemşireler yapının temel taşı olarak görülmektedir. Hemşirelerin sundukları bakım davranışları doğru bir şekilde anlaşıldığında ancak etkili bir hemşirelik bakımı sunabilir (Arslan & Okumuş, 2012).

Gelişen teknolojiyle birlikte sağlık alanında da birçok ileri teknoloji kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle kaliteli sağlık hizmetine yönelik talep, topluma ve ihtiyaç sahiplerine daha iyi sağlık hizmeti sunma ihtiyacı gün yüzüne çıkmıştır (Aytar & Yeşildal , 2004) . Subjektif kavram olarak görülen kalite, sağlık sektöründe sunulurken “Uluslararası geçerliliği olan göstergelerdeki standartlara uygun tanı, tedavi ve bakım hizmetlerinin yanı sıra tüm hizmet süreçlerinde hastaların beklenti ve gereksinimlerinin karşılanması” olarak açıklanmaktadır (Aksakal & Bilgili, 2008). Sağlık kurumları arasında rekabet, etkinlik ve maliyet odaklılık, hastanede kalış süresinin azalması ile birlikte bakım kalitesinin belli aralıklarla değerlendirilmesi ve eksik yönlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Günümüzde bakım kalitesinin gözden geçirilmesi, bakım normlarının tasnif edilmesi ve uygulamanın bu normlara göre ölçümlenmesi, maliyet incelemeleri, hasta memnuniyeti anketlerinin gerçekleştirilmesi ve hasta şikayetlerinin takibi sonucunda gerçekleştirilmektedir (Arslan & Kelleci, 2011; Walker, Brooksby, & McInerny, 1999).

Hasta bireylerin sağlık kurumunda kaldıkları zaman sürecinde zarfında sunulan tüm sağlık tesisi hizmetleri ile ilgili hoşnutluklarını etkileyen temel unsurlardan biri, hemşirelik bakımından aldıkları hizmetin kalitesidir. Sağlık personeli arasında hemşirelerin sayıca fazla olması, onların hastalarla daha fazla zaman geçirmesi ve kolayca erişilebilir olmaları nedeniyle, hemşirelerin sağladığı bakımın kalitesi, hasta memnuniyetinin önemli bir göstergesidir (Cerit, 2016). Bu bağlamda, sağlık kuruluşlarında bakım kalitesinin artırılması için hemşirelik hizmetlerinin analiz edilmesi ve iyileştirilmesi elzemdir (Yılmaz, 2001)

Hemşirelikte en temel kavram bakım kelimesi olarak görülmektedir (Kılıç & Öztunç, 2015).Hastaların hemşirelik hizmetine dair algısı ve beklentileri; sağlık kuruluşları arasındaki rekabet, mesleki yeterlilik, gider artışları, toplumsal nüfus özelliklerinde ki değişiklikler, gelişmiş inovasyon kullanımı ve hizmet sürelerinin kısalması gibi etkenler tarafından şekillendirilmektedir (Christopher & Hegedus, 2000; Çoban & Kaşıkçı, 2008).

Hemşirelik hizmetinin kalitesinin en önemli belirtileri, cerrahi hastaların iyileşme süreçlerinde medikal uygulama hatalarının, düşmelerin, enfeksiyonların, basınç yaralarının önlenmesi ve hasta şikayetlerinin azaltılması olarak değerlendirilmektedir (Fındık & Yeşilyurt, 2017).Amerikan Hemşireler Birliği bakım kalite kavramını, hasta bireylere elimizden gelenin en iyisi olacak şekilde maximum bilgi ve verimle hemşirelik bakımını toplamının en kısa şekli olarak açıklar (Alcan, 2001).

Bir başka deyişle hemşirelikte bakım kavramı yani bakım kalitesi yapılan uygulamalarda yetkinlik, mesleki profesyonellik, hastaların haklarına saygılı, onları düşünerek hareket etme ve mesleki sorumluluklar olarak farklı başlıklar altında tartışılmaktadır (Aksoy, 2012). Hemşirelik uygulamalarının iyileştirilmesi ve bu durumun hastalar tarafından nasıl algılandığı, hasta ve aileleri, hemşireler, doktorlar ve diğer sağlık personeli için olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Tehlikesiz bir bakım ortamı sağlamak, grup üyeleriyle bir paylaşım yapmak, hemşirelerde mesleki tatmin oluşturmak ve hastaların memnuniyetini artırmak, hemşirelik hizmetinin kalitesinin arzu edilen neticeleri arasındadır. (Karadağ & Uçan, 2006) .

ETİK DUYARLILIK

Sağlık hizmetleri esasen tıbbi müdahale ve bakım talep eden bireylere sağlandığı için ahlaki açıdan bazı yükümlülükleri de beraberinde getirmektedir. Verilen sağlık hizmetleri kapsamındaki bireylerin mahremiyet, insan onuru ve karar alma yetkisi gibi unsurları barındırdığından, etik açıdan oldukça yüksek bir uygulama düzeyi gerçekleştirmektedir. (Özgönül, Akdemir, Erengin, & Şenol, 2020) .

Etik duyarlılık, etik ilke ve kurallar hakkında bilgi sahibi olma ile ilişkilidir. Bu kavram, ilk defa 17. yüzyılda İngiliz filozoflar tarafından tanımlanmıştır. Etik duyarlılık, etik problemleri tespit edebilme yeteneğidir. Aynı zamanda, Etik duyarlılık; çelişkilerin yoğun olduğu durumlarda ahlaki değerleri veya bireyin mevcut durumda kendi yükümlülük ve sorumluluklarını anlama kapasitesidir (Pekcan, 2007; Tosun H. , 2005) .

Farklı bir şekilde ifade etmek gerekirse, Etik duyarlılık, sağlık hizmeti sunan tüm birimlerde etik problemleri çözme, konuları açıklama, davranışları savunma veya bir etik çatışmayı önleyebilme yeteneğidir (Kahraman & Çalık, 2017). Etik duyarlılık kişilerin karşılaştıkları durumlarda etik sorunları fark ederek onları süzgeçten geçirip nasıl davranması gerektiği konusunda kullanacağı yolları tahlil ederek en doğrusuna karar verdiği süreçtir (Kavak, 2020) .

Etik karar verme aşamasında bireyin etik sorunları analiz etme kabiliyeti, yalnızca sahip olduğu bilgiyle değil, aynı zamanda etik duyarlılığının yüksek olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Etik duyarlılığı gelişmiş olan insanlar diğerlerine göre etik sorunlarla daha kolay başa çıkmıştır (Kavak, 2020).Etik duyarlılığı geliştiren şeyler arasında etik karar vermenin de olduğu yadsınamaz bir gerçektir. (Ağaçdiken & Aydoğan, 2017).

Etik duyarlılık, sağlık hizmeti sundukları bireyleri daha iyi anlayabilme ve daha kaliteli bir hizmet sunabilme açısından kullandıkları yöntemler ve yeterlilikleri ifade eder. Gelişmiş Etik duyarlılıke sahip sağlık profesyonelleri, bakım sırasında fiziksel ve duygusal olarak dikkatli ve duyarlı olup, hizmet verdikleri bireylerin ihtiyaçlarını anlayan, yorumlayan ve buna göre bir süreç belirleyen artan farkındalığa sahip bakım sağlayıcılardır (Ağaçdiken & Aydoğan, 2017).

Etik duyarlılık, etik problemleri çözme, açıklama veya davranışların doğruluğunu kanıtlama kapasitesinin yanı sıra belirgin bir etik problemi önleyebilme yetisidir. Sağlık profesyonellerinin etik problemleri fark etmek ve çözüm üretebilmek, doğru kararı verebilmek için Etik duyarlılıklerinin gelişmiş olması gerekmektedir (Nas, 2017).

Etik karar verebilmek için sağlık profesyonellerinin Etik duyarlılık yeteneklerinin oldukça gelişmiş olması kritik bir noktadır. Yüksek Etik duyarlılık, sağlık hizmeti sunan profesyonellerin, bakım verdikleri hastalar adına daha kaliteli ve profesyonel bir hizmet sağlamalarına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır (Ağaçdiken & Aydoğan, 2017).

Etik duyarlılık eğitim ile bir üst düzeye getirilir, mesleki uygunluğu devam ettirmek ve mesleğin etik kodlarına yaraşır şekilde eylemlerde bulunularak sürdürülür (Pekcan,2007; Aksu & Akyol, 2011). Shaftesbury'e göre Etik duyarlılık, bireyin hareketlerini ve duygu durumunu aktarma yeteneği ile birlikte, kendisi için yararlı ya da zararlı olan konularla ilgilendiğinin ifadesidir. İskoç filozof Hutcheson, Etik duyarlılık kavramını "tasdik ve ittifak duygularının deneyimle ilişkisi" çerçevesinde tanımlayarak teorisini oluşturmuştur. Hutcheson'a göre tasdikleme hissi Etik duyarlılıki temsil etmekte ve bireyin iyiliği için gerçekleştirilen eylemler etik olarak tasdik edilebilmektedir. (Kavak N. , 2020).

HEMŞİRELERİN BAKIM KALİTE ALGISI VE ETİK DUYARLILIKLARI İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Hemşirelik, tabiatı gereği bireye yönelen ve etik karar verme süreçlerinin büyük rol oynadığı bir meslek dalıdır. Bu açıdan, hemşirelerin bakım kalitesi algısı ve etik duyarlılıkları, hasta bakım sürecinin etkinliği ve güvenliği açısından önemli iki belirleyici unsur olarak ön plana çıkmaktadır. Bakım kalitesi algısı, hemşirelerin sağladıkları hizmeti nasıl değerlendirdiklerini ve bakım süreçlerini hangi bileşenler aracılığıyla şekillendirdiklerini ortaya koyarken, etik duyarlılık ise mesleki karar verme süreçlerinde etik ilkelere ne ölçüde sadık kalındığını tanımlamaktadır. Literatürde, hemşirelerin etik duyarlılıkları ve bakım kalite algısı arasında olumlu yönde artışın olduğunu gösteren pek çok araştırma bulunmaktadır. (Pavlish & Brown-Saltzman, 2019; Han & Kim, 2020)

Araştırmalar, hemşirelerin etik duyarlılıklarının yüksek olmasının bakım kalitesi üzerinde olumlu bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Örneğin, Yılmaz ve Yıldız (2023) tarafından gerçekleştirilen bir incelemede, hemşirelik öğrencilerinin Etik duyarlılıkları ile bakım davranışı algıları arasında pozitif bir bağlantı tespit edilmiştir. Bu bulgu, etik duyarlılığın artırılmasının bakım kalitesinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir (Yılmaz & Yıldız, 2023).

Aydın ve Ersoy'un (2017) yaptığı çalışmada, etik karar verme sürecine önem veren hemşirelerin hasta bakımına yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu ve bakım kalitesini daha yüksek algıladıkları sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, etik duyarlılığı düşük hemşirelerde hasta bakım süreçlerinde eksikliklerin olduğu, hasta güvenliği konusunda gereken özenin gösterilmediği ve hasta merkezli bakım anlayışının yeterince uygulanamadığı gözlemlenmiştir. Bakım kalitesi algısı, hemşirelerin eğitim seviyeleri, mesleki deneyimleri, çalışma ortamları ve kurumsal etik kültür gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Örneğin, eğitim seviyesinin artmasıyla birlikte hem bakım kalitesine dair farkındalığın yükseldiği hem de etik karar verme süreçlerinde daha bilinçli bir tutum benimsendiği belirlenmiştir (Aydın & Ersoy, 2017). Kurumlarda etik duyarlılığı destekleyen bir yönetim anlayışı ve teşvik edici politikaların varlığı, hemşirelerin etik karar verme süreçlerini güçlendirerek hasta bakım kalitesini artırmaya yardımcı olmaktadır.

Etik duyarlılık ise bireysel unsurların yanı sıra çalışma koşulları, etik eğitimler ve hastane yönetiminin etik prensiplere verdiği önem gibi dışsal etkenlerden etkilenmektedir. Özellikle etik eğitim programlarının düzenli olarak uygulanması, hemşirelerin etik ikilemler karşısında daha bilinçli tercihler yapmalarını sağlamaktadır (Kaya & Boz, 2019). Uluslararası araştırmalarda da etik duyarlılığı yüksek hemşirelerin, hasta haklarına daha fazla saygı gösterdiği, hasta güvenliğine daha fazla önem atfettiği ve hasta merkezli bakım anlayışını benimsediği vurgulanmaktadır (Park & Kim, 2018).

Hemşirelerin etik duyarlılıkları ile bakım kalitesi algıları arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda, etik duyarlılığı yüksek olan hemşirelerin hasta bakım kalitesini daha iyi değerlendirdiklerini ve hasta güvenliği konusundaki bilinçlerinin daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Han ve arkadaşlarının

(2020) gerçekleştirdiği bir incelemede, etik duyarlılığı yüksek hemşirelerin, etik çatışmalarla karşılaştıklarında hasta odaklı seçimler yapma eğiliminde oldukları ve bunun bakım kalitesine doğrudan yansıdığı belirtilmiştir. (Han & Kim, 2020).

Hemşirelerin etik duyarlılıkları ve bakım kalitesi algıları, pek çok faktörden etkilenmektedir. Serçe ve Kacaroğlu Vicdan (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, hemşirelik öğrencilerinin etik duyarlılıkları ile bakım davranış algıları arasında olumlu bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, etik duyarlılığın artırılmasının, bakım kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir. (Kacaroğlu Vicdan & Serçe, 2025)

Ayrıca, Tazegün ve Çelebioğlu (2015) gerçekleştirdikleri bir araştırmada, çocuk hemşirelerinin etik duyarlılık düzeyleri ve bu düzeyleri etkileyen unsurlar incelenmiştir. Sonuçlar, hemşirelerin etik duyarlılıklarının, mesleki deneyim, eğitim seviyesi ve çalışma ortamı gibi unsurlardan etkilendiğini ortaya koymaktadır (Çelebioğlu & Tazegün, 2015)

SONUÇ

Hemşirelerin etik duyarlılığı ve bakım kalite algısı, hasta bakım süreçlerinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Literatürdeki çalışmalar, etik duyarlılığı yüksek hemşirelerin hasta güvenliğini ve bakım kalitesini daha iyi sağladığını göstermektedir. Etik ilkelerin güçlü bir şekilde benimsenmesi, hemşirelerin mesleki karar alma süreçlerinde etik ikilemleri daha bilinçli şekilde yönetmelerini sağlarken, hasta merkezli bakım anlayışını da desteklemektedir.

Hemşirelerin etik duyarlılıklarını artırmak için düzenli mesleki eğitimler, etik kurulların etkin çalışması ve destekleyici çalışma ortamlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, hemşirelerin etik karar verme süreçlerine yönelik farkındalığını artırmak, hasta memnuniyetini ve sağlık hizmetlerinde genel kaliteyi yükseltecektir. Bu nedenle, sağlık kuruluşlarının etik duyarlılığı teşvik eden politikalar geliştirmesi ve hemşireleri etik karar alma süreçlerinde desteklemesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, etik duyarlılığı yüksek ve bakım kalitesi algısı güçlü hemşireler, hasta bakımında daha bilinçli, duyarlı ve güvenli hizmet sunabilmektedir. Bu nedenle, etik eğitimlerin güçlendirilmesi ve mesleki etik standartların geliştirilmesi, sağlık hizmetlerinin genel kalitesinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Ağaçdiken, S., & Aydoğan, A. (2017). Hemşirelerde Empatik Beceri ve Etik Duyarlılık İlişkisi,. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 122-129.

Aksakal, T., & Bilgili, N. (2008). Hemşirelik hizmetlerinden memnuniyetin değerlendirilmesi; jinekoloji servisi örneği. *Erciyes Tıp Dergisi*, 30:242-49.

Aksoy, G. (2012). *Cerrahi ve Cerrahi Hemşireliği.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Aksu, T., & Akyol, A. (2011). İzmir'deki Hemşirelerin Etik Duyarlılıklarının İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Medical Ethics*, 16-24.

Alcan, Z. (2001). Hemşirelik Hizmetlerinde Kalite. *Modern Hastane Yönetimi Dergisi*, 57-60.

Arslan , İ., & Okumuş, H. (2012). Bakım ve İyileşmenin Kesiştiği Bir Model: Watson'ın İnsan Bakım Modeli. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi, 2*, 61-72.

Arslan, Ç., & Kelleci, M. (2011). Bir üniversite hastanesinde yatan hastaların hemşirelik bakımından memnuniyet düzeyleri ve ilişkili bazı faktörler. . *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14.

Aydın, R., & Ersoy, N. (2017). Hemşirelerin etik duyarlılık düzeyleri ile bakım kalitesi algıları arasındaki ilişki. *Türk Hemşirelik Dergisi*, 112-121.

Aytar, G., & Yeşildal , N. (2004). Yatan hasta memnuniyeti. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 10-14.

Cerit, B. (2016). Hastaların hemşirelik bakımından memnuniyet düzeyi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 3: 17-36.

Christopher, K., & Hegedus, K. (2000). Oncology patients' and oncology nurses'perceptions of nurse caring behaviours. . *European Journal of Oncology Nursing*, 196-204.

Çatalca, H. (2003). Sağlık Hizmetlerinde Toplam Kalite Yönetimi. İstanbul: Beta Yayınları.

Çelebioğlu, A., & Tazegün, A. (2015). Çocuk Hemşirelerinin Etik Duyarlılık Düzeyleri ve Etkileyen Faktörler. *Bartın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 97-102.

Çoban, G., & Kaşıkçı, M. (2008). Hastaların hemşirelik bakımını algılayışları. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 165-171.

Dursun, Z. (2017). Sağlık hizmetlerinde bakım kalitesinin artırılması. *Sağlık Bilimleri ve Yönetimi Dergisi*, 51-58.

Fındık, Ü., & Yeşilyurt, D. (2017). Cerrahi hastalarının ameliyat sonrası hemşirelik bakım kalitesi algısı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi* , 20(3):195-200.

Gedikli, D. (1998). Hastanelerde Hizmet Kalitesi ve Bir Üniversite Hastanesinde Uygulama. *(Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).* Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Han, S., & Kim, H. (2020). The relationship between nurses' ethical sensitivity and perceived quality of patient care: A cross-sectional stud. *Journal of Nursing Ethics*, 865-877.

Kacaroğlu Vicdan, A., & Serçe, A. (2025). Hemşirelik Öğrencilerinin Etik Duyarlılıkları ile Bakım Davranış Algıları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 119-26.

Kahraman, İ., & Çalık, Y. (2017). Klinik Hemşirelerin Etik Duyarlılığı. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 111-121.

Karadağ, G., & Uçan, Ö. (2006). Hemşirelik Eğitimi ve Kalite. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 42-51.

Kavak, N. (2020). Hemşirelerin Etik Duyarlılıkları ve Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi. *Danışman: Prof. Dr. Besti ÜSTÜN*. İstanbul: Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi.

Kavak, N. (2020). Hemşirelerin Etik Duyarlılıkları ve Tükenmişlik Düzeylerinin İncelenmesi,. *Yüksek Lisans Tezi*. Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,.

Kaya, S., & Boz, İ. (2019). Hemşirelerin etik duyarlılığı ve bakım kalite algıları arasındaki ilişki üzerine bir inceleme. *Sağlık Bilimleri Dergis*, 45-56.

Kılıç, F. (2019). Etik duyarlılık ve hemşirelik uygulamaları. *Etik ve Hemşirelik*, 27-33.

Kılıç, M., & Öztunç, G. (2015). A Comparison of Nursing Care Perception of Patients Under going Surgical Operation and Nurses Caring for the Same Patients. *International Journal of Caring Sciences*, 625-632.

Nas, Z. (2017). Hemşirelerin Etik Duyarlılıklarının Belirlenmesi. İstanbul: Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, .

Özdemir, F., & Yıldırım, N. (2016). Hemşirelerin etik karar verme süreçlerinde etik duyarlılığın rolü. *Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 112-119.

Özgönül, M., Akdemir, M., Erengin, K., & Şenol, Y. (2020). İntörn Doktorların Etik Duyarlılık Düzeyleri ve Etkileyen Faktörler. *Tıp Eğitim Dünyası*, sayı:57.

Özkan, H. (2018). Hemşirelikte etik duyarlılığın önemi ve etkileri. *Hemşirelikte Etik*, 13-21.

Park, M., & Kim, J. (2018). Ethical sensitivity and quality of nursing care: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 30-40.

Pavlish, C., & Brown-Saltzman, K. (2019). Ethical sensitivities and patient care quality: Examining nurses' experiences. *Journal of Clinical Nursing*, 2345-2353.

Pekcan, H. (2007). Yalova İli ve çevresinde Görev Yapan Hekimlerin ve Hemşirelerin Etik Duyarlılıkları,. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Tosun, H. (2005). Sağlık Bakım Uygulamalarında Deneyimlenen Etik İkilemlere Karşı Hekim ve Hemşirelerin Duyarlılıklarının Belirlenmesi,. *Doktora Tezi Danışman: Prof. Dr. Kamerya Babadağ*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Walker, J., Brooksby, A., & McInerny, J. (1999). Patient perceptions of hospital care: Building confidence., faith and trust. *Journal of Nursing Management*, 193-200.

WHO, W. (2019). *People-Centred Health Care, A Policy Framework:*. Geneva: Switzerland. : World Health Organisation,WHO Press,.

Yıldız, E. (2017). Hemşirelerin bakım kalitesi algısının etkileyen faktörler: Etik duyarlılık, iş doyumu ve mesleki deneyim. *Sağlık Çalışmaları Dergisi*, 71-78.

Yılmaz, E., & Yıldız, S. (2023). Hemşirelik Öğrencilerinin Etik Duyarlılıkları ile Bakım Davranış Algıları Arasındaki İlişki. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi,*, 456-465.

Yılmaz, M. (2001). Sağlık bakım kalitesinin bir ölçütü: hasta memnuniyeti. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 5: 69-74.

EVALUATION OF THE ESTIMATION PERFORMANCE OF ALTERNATIVE REGRESSION MODELS USED FOR MONTHLY STREAMFLOWS

Firat GUMGUM

Assistant Professor, Dicle University

ORCID NO: 0000-0003-2707-3122

ABSTRACT

In regression analysis, alternative models such as "Linear, Log-Linear, and Power-Transformed Linear" regressions can be applied to estimate the dependent variable (Q_y) based on the independent variable. To test these models, the Cizre (2606) and Diyarbakir (2605) stations in the Dicle Basin in Turkey were selected as examples due to their geographic distance from each other, which results in relatively low correlations between them. Using 21 years of paired data from these stations, month-to-month regressions, dry/wet period regressions, and overall regressions were developed, and the relative performance of these regression models was evaluated.

When the linear regression model was employed, predictions obtained from overall and dry/wet period regressions were generally overestimated during dry months and were underestimated during wet months. In Log-Linear regression, regression models developed for the aforementioned periods provided more consistent predictions compared to linear regression. For both regression methods, it was observed that differentiating between wet and dry periods reduced error rates.

For Power-Transformed Linear regression, based on transformations of $X = Q_x^{\theta}$ and $Y = Q_y^{\theta}$, the optimal exponent was determined to be $\theta = -0.25$. This approach yielded more consistent results for overall and dry/wet period regressions compared to previous methods. Additionally, it was observed that using the Power-Transformed Linear regression model minimized the impact of separating months into dry and wet periods on prediction results.

Therefore, it was concluded that using the Power-Transformed Linear model is more appropriate, provided that θ is well-determined. If linear or log-linear regression models are to be used, a distinction between dry and wet periods must be made.

Keywords: Power-transformed linear regression, Log-linear regression, linear regression.

1 INTRODUCTION

The correlation between flow observations, and consequently the regression statistics, are influenced by the relationships between parameters that exhibit regular (periodic) variations, such as mean and standard deviation of flows, as well as by the intrinsic (serial) correlation between successive flows. This influence is minimized when a separate regression equation is used for each month. However, when the number of data pairs in the common period is very small (e.g., N < 10), the reliability of inter-month correlation and regression statistics deteriorates (Özdemir, 2004). Therefore, as applied in previous studies, a single regression equation—assumed to be valid for all months—is established using all observations from the common period and is utilized for prediction purposes. In fact, the fundamental principles underlying the simple linear regression model, which theoretically represents the relationship between two normally distributed and serially independent variables X and Y, are violated under these conditions.

In the modeling, planning, and design of water resource systems, long-term and reliable input data (such as streamflow, precipitation, and evaporation) are required to reduce uncertainties in inputs and thereby achieve consistent and cost-effective sizing. This need is met by utilizing hydro-meteorological data from observation stations located within or near the project area. If the observation period at a representative station within the project region is short or if some observations are missing, statistical

methods are used to transfer information from auxiliary stations that have a significant correlation with the representative station and possess long-term records (Öziş & Benzeden, 1979, Harmancioglu & Yevjevich, 1987, Özdemir, 2004). Typically, regression models and/or regional hydrological models are employed for this purpose. These models enhance the duration and information content of observations at the representative station, thereby improving the reliability of statistical parameters such as mean and variance.

In this study, alternative regression models were developed to complete missing observations and/or extend the records of stations with short observation periods, based on the information provided above. Using monthly streamflow observations from selected stations in the Dicle Basin, the following regression approaches were evaluated:

1) Inter-month regression models,

2) A general (overall) regression model based on all observations from the stations,

3) Two separate regression models for dry and wet months.

The predictive performance of these models was assessed using bias and root mean square error (RMSE) metrics for each month. For log-linear regressions in the dry and wet month groups (Type 3), parallelism and coincidence tests were conducted to determine whether these models could be reduced to the overall regression model (Type 2).

Additionally, since monthly streamflows typically exhibit positive skewness, log-linear regression analyses were performed for both Type II and Type III models. The latter were also reevaluated using power transform to stabilize variance and normalize the data. It was observed that while logarithmic transformation partially stabilized monthly variance fluctuations, power transformation was significantly more effective in achieving stabilization.

Although there are stations with longer observation periods and strong inter-station correlations in the Dicle Basin and other river basins in Turkey, this study selected Cizre (2606) and Diyarbakir (2605) stations as case examples. These stations were chosen due to their moderate-length observation records (21 years) and relatively low correlation, attributed to their considerable geographical separation. The 1970-1990 period was used as the common observation period for regression analyses.

2 METHODOLOGY

2.1 Linear Regression

The simple linear regression equation between the simultaneous flow measurements (Q_{xi}, Q_{yi}) at two stations and their transformed values $X_i = \tau\left(Q_{xi}\right), Y_i = \tau\left(Q_{yi}\right)$ is:

$$\hat{Y} = a + b \cdot X \tag{1}$$

Here, τ represents months, X is the independent variable, $\hat{Y}$ is the conditional expected value of the dependent variable, a is the intercept, and b is the slope coefficient. The difference between the calculated and observed dependent variable $\left(\hat{Y}_i - Y_i\right)$ is called the ε error term. The parameters a and b are typically estimated using the least squares method, which minimizes the sum of squared residuals:

$$SSE(a,b) = \sum_{1}^{N} \varepsilon_i^2 = \left(Y_i - a - b \cdot X_i\right)^2 \tag{2}$$

It depends only on the parameters a and b. Therefore, the values of a and b that minimize the sum of squared errors SSE (a, b) are given by:

$$b = \frac{N\sum X_i Y_i - \left(\sum X_i\right)\left(\sum Y_i\right)}{N\sum X_i^2 - \left(\sum X_i^2\right)} = r_{xy}\frac{S_y}{S_x} \tag{3}$$

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \tag{4}$$

Here, r_{xy} is the correlation coefficient between the independent variable X and the dependent variable Y, while S_x and S_y are the standard deviations of these variables, respectively.

2.2 Log-Linear Regression

The assumptions underlying simple linear regression models lose their validity for phenomena that do not conform to a normal distribution, such as river flows, which typically exhibit positive skewness. In other words, since the original flow values are not normally distributed, the conditional expected value relationship between the dependent and independent variables is no longer linear. In such cases, hydrological studies frequently use the log-linear regression model, which represents the linear relationship between the transformed values, $X = \ln Q_x$ and $Y = \ln Q_y$, as:

$$\hat{Y} = \ln \hat{Q}_y = \ln A + b \cdot \ln Q_x = a + b \cdot X \tag{5}$$

This model is essentially the linearized form of the exponential regression model, expressed as:

$$\hat{Q}_y = A \cdot Q_x^b \tag{6}$$

In estimating the coefficients A and b in the normal domain using the linear least squares method, the principles and formulas presented above are applied. However, the logarithmic error term becomes $\varepsilon_i = \ln Q_{yi} - \ln A - b \cdot \ln Q_{xi}$. In other words, in log-linear regression, the regression coefficients are calculated such that the sum of squared logarithmic errors of the dependent variable is minimized. As seen in equation (6), the coefficient A in the exponential regression model can be computed using the inverse transformation $A = e^a$.

2.3 Nonlinear in Structure but Linear in Parameters Regression Models

The monthly means and variances of river flows change from month to month throughout the year as a natural consequence of astronomical events (seasonal/meteorological cycles). For example, monthly mean flows $\left[\bar{Q}(\tau)\right]$ and monthly variances $\left[S^2(\tau)\right]$ are lower in dry months and higher in wet months. Such seasonal phenomena are referred to as events with unstable means and variances (Wei, 1992). This variation is insignificant when performing regression analysis on flow values $Q_y(p,\tau)$ and $Q_x(p,\tau)$ observed in the same month (τ) over p years at two stations. In such cases, a suitable transformation may be applied to the flow data primarily to better satisfy the assumption of normality.

However, when establishing a common regression equation across multiple months or for the entire year, treating subgroups with significantly different variances (month groups) as if they originate from a single population leads to inconsistent predictions from the model. In such cases, variable transformations are applied to both stabilize monthly variance fluctuations and normalize the variables used in regression (Wei, 1992). For example, a common exponential transformation can be applied to the flows at station X as $X = Q_x^\theta$ and at station Y as $Y = Q_y^\theta$, leading to the establishment of a nonlinear regression model in the form:

$$\hat{Q}_y^\theta = a + b \cdot Q_x^\theta \tag{7}$$

The regression coefficients and other statistical parameters of this model can be calculated using the principles and formulas of linear regression. This is because, although the model is structurally nonlinear (curvilinear), it remains linear in terms of its coefficients. For a given input, the predicted output can be back-transformed using:

$$\hat{Q}_{yi} = \left(\hat{Y}_i\right)^{1/\theta} \tag{8}$$

to obtain predictions in the original units.

The monthly mean flows of Diyarbakir and Cizre Stations for the common period 1970-1990 are presented in Tables 1 and 2 in cubic meters per second (m^3/s) (EİE, 1995). In the bottom rows of these tables, for the 21-year period, the monthly mean flows, monthly standard deviations, and dimensionless monthly mean flow coefficients representing wet and dry months are also provided. Here, $\tau = 1$ corresponds to October of the previous calendar year, while $\tau = 12$ represents September of the given year (EİE, 1995). A preliminary evaluation of these data indicates that at both stations, monthly means and standard deviations are not stable, showing significant variation from one month to another. Nevertheless, it is observed that April to September (months 4-9) represent wet months, while January to March and October to December (months 1-3 and 10-12) represent dry months.

3 FINDINGS AND DISCUSSIONS

3.1 Regression Equations Established with Original Flow Values

Taking the dependent variable as $Y(p, \tau) = Q_y(p, \tau)$ (Cizre's original monthly flows) and the independent variable as $X(p, \tau) = Q_x(p, \tau)$ (Diyarbakır's original monthly flows), summary information has been obtained for: i) Twelve separate inter-month regression models, ii) An overall regression model established using all monthly original data, iii) Two separate regression models based on wet and dry six-month periods.

Table 1. Monthly Streamflows at Diyarbakir Station (2605)

YEAR	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEB.	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPT.
1970	22.06	17.64	56.11	54.21	192.2	142.7	71.26	35.03	16.47	9.4	6.92	7.17
1971	9.99	18.91	49.53	13.85	64.8	163.7	304.2	77.33	27.52	12.63	8.24	7.18
1972	24	12.17	35.19	7.94	26.6	56.29	91.66	176	47.19	17.6	10.07	10.66
1973	8.85	19.41	12.88	13.68	65.31	53.27	54.92	29.64	13.82	6.06	4.02	5.27
1974	12.43	32.03	46.2	43.81	53.31	397	224.6	54.94	23.26	11.9	9.18	11.41
1975	9.5	12.62	45.92	44.36	73.55	121.3	150.6	93.69	23.92	12.74	8.69	12.01
1976	12.55	24.53	37.7	163.1	117.9	219.4	526.4	199.1	61.31	26.2	18.46	17.83
1977	51.91	52.82	102.4	45.2	103.2	121.3	151.9	96.22	29.22	18.27	15.92	16.63
1978	30.69	18.34	90.66	91.44	318.6	181.6	125.8	70.85	35.06	16.78	12.14	12.93
1979	12.01	12.04	44.58	150.5	73.53	77.96	71.62	48.33	25.19	13.34	10.19	10.64
1980	40.8	72.42	79.41	83.42	129.7	300.7	223.6	77.57	32.2	18.29	13.05	13.39
1981	13.12	22.95	113.4	138.3	222.6	237.4	131.3	82.27	39.98	19.77	13.47	12.86
1982	12.95	26.73	58.54	80.73	92.03	126.4	242.9	140.7	43	20.9	14.85	13.73
1983	14.4	13.62	13.96	26.98	44.94	157.4	118.5	66.87	27.49	13.12	10.61	10.95
1984	14.1	94.26	73.82	45.73	87.21	149.5	96.95	58.63	23.67	13.72	8.76	5.59
1985	10.01	22.16	20.97	42.05	95.44	134.7	127.7	37.16	15.95	8.51	7.65	9.64
1986	15.8	21.73	32.27	77.33	115.1	90.28	61.15	48.48	24.12	9.9	7.81	7.56
1987	21.35	42.26	65.22	145.9	219.5	267	216.5	98.65	37.12	17.09	12.34	12.78
1988	41.02	129.7	354.6	127.1	198.5	322.3	300.4	105.9	44.34	18.82	13.31	14.24
1989	49.6	55.28	46.22	24.63	21.74	48.09	26.15	13.39	9.24	4.28	4.75	7.96
1990	15.2	78.6	129	49.3	245	93.9	83.1	40.9	12.6	6.09	4.26	9.02
$\bar{Q}_y(\tau)$	21.06	38.11	71.84	69.98	121.94	164.87	161.96	78.65	29.17	14.07	10.22	10.93
$\hat{S}_y(\tau)$	13.60	31.72	71.93	48.85	80.15	94.62	115.51	47.03	13.01	5.55	3.84	3.41
$q(\tau)$	0.32	0.58	1.09	1.06	1.85	2.50	2.45	1.19	0.44	0.21	0.15	0.17

Table 2. Monthly Streamflows at Cizre Station (2606)

YEAR	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEB.	MARCH	APRIL	MAY	JUNE	JULY	AUGUST	SEPT.
1970	219.90	217.00	299.40	297.90	772.50	746.30	978.00	482.30	232.90	126.50	104.20	99.40
1971	120.50	172.90	271.80	170.10	215.60	630.60	1382.00	766.50	344.80	151.60	104.60	94.38
1972	164.60	139.00	234.20	169.60	243.20	577.40	1311.00	2028.00	743.90	165.60	155.90	132.80
1973	140.50	222.20	163.00	152.50	393.00	460.20	719.60	721.00	339.80	158.40	107.60	99.05
1974	116.20	184.40	214.80	207.50	231.10	1206.00	1385.00	791.90	309.50	141.90	98.14	106.90
1975	103.50	146.80	225.30	216.50	441.30	622.60	1056.00	877.80	338.50	142.90	91.98	90.63
1976	107.90	177.40	234.50	635.00	741.40	875.40	2742.00	1933.00	934.70	327.50	165.90	133.50
1977	291.50	325.80	501.10	312.10	530.30	819.10	1145.00	874.90	421.20	184.50	117.90	106.80
1978	143.40	134.10	371.80	518.60	1354.00	1183.00	1328.00	1127.00	571.70	252.40	150.50	132.20
1979	141.70	132.20	343.00	646.20	564.60	674.00	963.80	736.00	413.50	179.20	111.00	108.30
1980	268.10	416.30	485.80	470.90	583.40	1360.00	1920.00	1146.00	452.60	200.80	130.30	120.20
1981	127.40	198.60	375.50	479.70	824.10	1251.00	1129.00	1005.00	563.30	239.80	139.40	120.90
1982	131.80	247.70	343.40	443.20	546.00	690.50	1804.00	1629.00	582.70	234.50	149.50	128.70
1983	172.50	164.80	155.90	198.70	300.60	737.90	889.10	971.50	385.20	157.10	106.70	103.30
1984	123.60	731.20	500.30	269.00	469.60	813.20	930.80	740.50	432.20	188.60	114.90	102.10
1985	112.70	230.30	169.50	269.60	595.00	821.40	1651.00	964.70	403.10	175.80	114.90	96.70
1986	123.50	151.20	227.00	379.70	569.90	629.20	812.60	670.50	380.00	150.70	94.97	87.65
1987	140.60	339.90	290.00	665.50	1039.00	1299.00	1909.00	1706.00	791.20	312.60	147.90	117.70
1988	223.80	600.00	1520.00	943.20	1059.00	1861.00	2806.00	2042.00	917.00	455.30	197.10	168.40
1989	239.00	341.70	371.10	250.10	211.60	557.50	529.20	327.50	147.80	87.98	75.57	78.10
1990	132.00	549.00	945.00	414.00	819.00	808.00	1244.00	978.00	497.00	200.00	109.00	96.30
$\bar{Q}_y(\tau)$	159.27	277.26	392.50	386.17	595.44	886.82	1363.58	1072.34	485.84	201.60	123.24	110.67
$\hat{S}_y(\tau)$	55.38	168.15	311.75	207.19	305.48	346.37	600.68	500.47	210.23	82.18	29.26	20.57
$q(\tau)$	0.32	0.55	0.78	0.77	1.18	1.76	2.70	2.13	0.96	0.40	0.24	0.22

Among these three approaches, the most theoretically appropriate is the inter-month regression model (Wei, 1994). The variations in $a(\tau)$ and $b(\tau)$ regression coefficients and $S_\varepsilon(\tau)$ standard errors across months (τ) are collectively illustrated in Figure 4-1. From this table and figure, it is evident that the instability in the fundamental statistics of the stations (their periodic variation throughout the year) is reflected in the regression coefficients and standard errors.

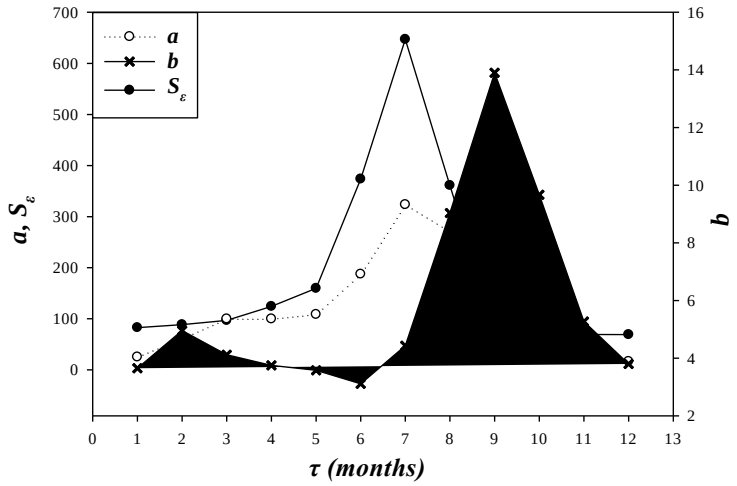


Figure 1 Variation of Coefficients and Standard Errors Across Months in Linear Inter-Month Regression

3.2 Log-Linear and Power-Transformed Linear Regression Equations

In hydrological studies, one of the most commonly applied transformations is the logarithmic transformation, used to reduce skewness in observational data series and to approximate a normal probability distribution (Wei, 1994; Bayazıt, 1996; Hersel & Hirsch, 1992). In this study, the Diyarbakır and Cizre flow data were subjected to logarithmic transformation, and the regression analyses from Section 3.1 were repeated using the transformed data. The obtained results, along with linear regression statistics, are presented in Table 3, categorized by months and periods.

The results indicate that the general and dry/wet log-linear regression modeling does not fully capture the month-to-month variability observed in inter-month log-linear regression relationships. The primary indicators of this limitation are the proportional differences in regression coefficients and standard errors. In other words, the logarithmic transformation does not sufficiently stabilize the variance of the flow data used in regression.

In the power-transformed model, the monthly variances at both stations are found to be approximately proportional to the 2.5th power (β = 2.5) of the monthly means. Therefore, a common exponent of $\theta = 1 - \beta = -0.25$ was applied, and the data at both stations were transformed using $X(p,\tau) = Q_x^\theta(p,\tau)$, $Y(p,\tau) = Q_y^\theta(p,\tau)$. Alternative linear regression equations were then established based on the transformed values. As seen from the regression statistics in Table 3, the power transformations applied with $\theta = -0.25$ have significantly stabilized both the standard deviations of the variables and the standard errors of the regression equations. To observe this more clearly, linear and log-linear regression analyses were conducted between the monthly means, $\bar{X}(\tau)$, $\bar{Y}(\tau)$, and monthly variances, $\hat{S}_x^2(\tau)$, $\hat{S}_y^2(\tau)$,of the exponentially transformed data (Table 4). The low correlation coefficients in Table 4 indicate that the monthly variances of power-transformed flows have become independent of the monthly means. This confirms that the transformation with $\theta = -0.25$ has been successful in stabilizing variance.

Table 3. Statistics of Linear, Log-Linear, and Power-Transformed Models by Months and Periods

	Linear Model				Log-linear Model				Power Transformed Model			
Months	$\hat{S}_x$	$\hat{S}_y$	r_{xy}	$\hat{S}_\varepsilon$	$\hat{S}_x$	$\hat{S}_y$	r_{xy}	$\hat{S}_\varepsilon$	$\hat{S}_x$	$\hat{S}_y$	r_{xy}	$\hat{S}_\varepsilon$
1	13.60	55.38	0.90	25.33	0.563	0.310	0.87	0.16	0.066	0.021	0.86	0.011
2	31.72	168.15	0.93	61.27	0.715	0.516	0.94	0.18	0.074	0.031	0.93	0.012
3	71.93	311.75	0.95	99.73	0.752	0.559	0.92	0.23	0.070	0.031	0.90	0.014
4	48.85	207.19	0.88	99.70	0.847	0.519	0.91	0.22	0.085	0.030	0.89	0.014
5	80.15	305.48	0.94	108.55	0.711	0.543	0.92	0.21	0.059	0.029	0.91	0.012
6	94.62	346.37	0.85	187.18	0.593	0.354	0.87	0.18	0.044	0.016	0.86	0.008
7	115.51	600.68	0.85	323.67	0.696	0.417	0.88	0.20	0.053	0.018	0.89	0.008
8	47.03	500.47	0.85	270.69	0.628	0.468	0.86	0.24	0.058	0.021	0.87	0.011
9	13.01	210.23	0.86	110.09	0.478	0.443	0.82	0.26	0.054	0.025	0.81	0.015
10	5.55	82.18	0.65	63.83	0.461	0.362	0.69	0.27	0.064	0.024	0.69	0.018
11	3.84	29.26	0.69	21.67	0.417	0.230	0.68	0.17	0.062	0.017	0.67	0.013
12	3.41	20.57	0.63	16.39	0.335	0.177	0.62	0.14	0.048	0.014	0.61	0.011
Overall	78.32	484.28	0.82	275.64	1.103	0.888	0.90	0.39	0.113	0.051	0.90	0.023
Wet	88.42	533.70	0.74	360.50	0.802	0.699	0.79	0.43	0.081	0.038	0.80	0.023
Dry	18.21	173.24	0.72	121.22	0.663	0.591	0.80	0.35	0.071	0.036	0.79	0.022

Table 4. Relationships Between Monthly Variances and Monthly Means of the Stations

Diyarbakir Station (2605)		
Linear	$\hat{S}_x^2(\tau) = 0.004 + 0.0007 \cdot \bar{X}$	$(N = 12, r = 0.0493)$
Log-Linear	$\ln\left[\hat{S}_x^2(\tau)\right] = -5.3702 + 0.2694 \cdot \ln\left(\bar{X}\right)$	$(N = 12, r = 0.1724)$
Cizre Station (2606)		
Linear	$\hat{S}_y^2(\tau) = 0.001 - 0.0005 \cdot \bar{Y}$	$(N = 12, r = 0.0774)$
Log-Linear	$\ln\left[\hat{S}_y^2(\tau)\right] = -7.8371 - 0.1611 \cdot \ln\left(\bar{Y}\right)$	$(N = 12, r = 0.0579)$

When evaluating the criteria of log-linear regression approaches, the following conclusions can be drawn:

1) In terms of both dimensionless and dimensional (actual) relative performances, there is no significant difference between the general log-linear regression approach and the log-linear approach specific to dry/wet periods.

2) In both log-linear regression approaches, the dimensional performance (in actual values) improves significantly, especially in dry months such as January, February, November, and December. Specifically, in log-linear regression, the sum of squared errors in actual values is approximately six times lower than in standard linear regression. The improvement in relative performance for dry/wet period log-linear regression approaches is slightly lower.

3) Therefore, log-linear regression models provide more consistent predictions than linear regression, particularly in dry months.

According to parallelism and coincidence tests conducted at $a = 0.05$ significance level, the hypothesis that error variances are equal is rejected. However, this does not necessarily imply that monthly flows must be represented by two separate regression equations for dry and wet periods. The findings in (1) support this conclusion.

When evaluating the relative performance of power-transformed general and dry/wet period linear regression models compared to inter-month linear regression models based on the same transformation, the following observations are made:

1) Among all performance measures, power-transformed regression approaches generally provide the best results.

2) Power-transformed general or dry/wet regression models significantly outperform other models.

Thus, in practice, if the transformation exponent (θ) is well-determined, power-transformed regression models should be preferred. At the very least, linear and/or log-linear regression models should be applied separately for dry and wet month groups, as this leads to more reliable estimates.

4 CONCLUSIONS

This study, conducted on monthly streamflow observations from the Cizre (2606) and Diyarbakır (2605) stations in the Dicle Basin during the 1970–1990 period, has led to several conclusions. Inter-month regression is the most effective method for transferring information between monthly streamflows, whether for filling missing data or extending short records. Depending on statistical criteria, these regressions can take different forms, such as linear regression using original data, log-linear regression using logarithmically transformed data, or linear regression after an appropriate transformation, such as a power transformation.

When the number of paired observations between stations is limited, the commonly used overall linear regression approach generally results in overestimations in dry months and underestimations in wet months compared to inter-month regression. Compared to inter-month regression, overall regression has higher total squared errors. The mean differences in relative predictions range between -0.5 and 1.05 times, while monthly mean predictions vary between 0.53 and 2.02 times lower or higher than those obtained from inter-month regression. Logarithmic and power-transformed overall linear regression models improve relative predictions in dry months but slightly degrade accuracy in wet months.

Dividing the available observations into dry and wet periods and applying separate linear, log-linear, and power-transformed linear regressions significantly improves prediction accuracy, particularly in dry months. The performance of log-linear and power-transformed regressions in dry/wet period modeling is nearly identical, and both approaches slightly outperform dry/wet period regressions based on original data.

Based on these findings, if inter-month regression is not feasible due to an insufficient number of observations, such as fewer than ten years, it is recommended to group observations into dry and wet months and establish separate regression equations. In particular, for dry-month predictions, log-linear and power-transformed linear regression models should be preferred.

REFERENCES

Bayazıt, M. (1996). *İnşaat mühendisliğinde olasılık yöntemleri*. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Harmancioglu, N., & Yevjevich, V. (1987). Transfer of hydrologic information among river points. *Journal of Hydrology*, 91(1-2), 103-118.

Helsel, D. R., & Hirsch, R. M. (1993). *Statistical methods in water resources*. Elsevier.

Özdemir, Y. (2004). *Information Transfer via regression among periodic-stochastic hydrologic processes*. Ph.D Dissertation, Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey.

Öziş, Ü., & Benzeden, E. (1979). *Theoretical Considerations on Simple Linear Correlations Applied to Hydrologic Processes*. Modeling Hydrologic Processes, Fart Collins, WRP, Colorado, p.85.89

Wei William, W. S. (1994). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate methods*. Canada.

SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA SICAKLIK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0009-0004-1164-2102
Gözde KOÇAK MUTLU
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0000-0003-2771-8218
Ali KARA
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0000-0003-2457-6314

ÖZET

Tekstil sektörü, boyama, baskı ve apreleme gibi süreçler için büyük miktarda su ve kimyasal madde tüketmektedir. Bu işlemler sonucunda oluşan atık sular, içerdiği çeşitli kirletici maddeler nedeniyle çevresel açıdan ciddi tehditler oluşturmaktadır. Atık suların karakteristik özellikleri, işlemlerde kullanılan organik ve inorganik bileşiklere bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Özellikle boyar maddelerin yer aldığı atık sular, alıcı ortamlarda ışık geçirgenliğini azaltmakta ve bu durum, fotosentez gibi temel biyolojik süreçleri olumsuz etkilemektedir. Boyalar ve pigmentler, tekstil, kâğıt, plastik, kaplama, kozmetik, gıda, otomotiv, cam ve baskı mürekkepleri gibi birçok endüstride yaygın şekilde kullanılmaktadır. Boyar maddelerin temel özelliği, elektromanyetik spektrumun 400-800 nm aralığındaki görünür ışığı absorbe ederek renkli bir görünüm kazanmalarıdır. Reaktif boyar maddeler, yüksek düzeyde ıslak dayanıklılık sağlayan özellikleri nedeniyle tekstil endüstrisinde sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak, bu boyar maddelerin arıtılmadan su kaynaklarına deşarj edilmesi, çevresel ekosistemlerde ciddi bozulmalara yol açmaktadır. Atık sulardan boyar maddelerin uzaklaştırılmasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Fiziksel yöntemlerden biri olan adsorpsiyon, kararlı ve biyolojik olarak parçalanması zor kirleticilerin giderilmesinde oldukça etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Adsorpsiyon süreci, düşük maliyeti, işlem kolaylığı ve yüksek verimlilik sağlaması nedeniyle endüstriyel uygulamalarda yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Bu çalışmada, adsorpsiyon yöntemi kullanılarak Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin sulu çözeltiden uzaklaştırılması üzerine sıcaklık etkisi araştırılmıştır. Araştırmada adsorban olarak AGA polimer parçacıkları kullanılmıştır. Deneylerde sabit bir pH değeri uygulanarak farklı sıcaklık seviyelerinin adsorpsiyon verimliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında, farklı sıcaklık değerlerinde adsorpsiyon kapasitesi hesaplanmış ve en yüksek adsorpsiyon etkinliği 65°C'de, pH 2'de 50 mg/L boyar madde çözeltisi ile elde edilmiştir. Sıcaklık değişiminin adsorpsiyon verimliliği üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, bu yöntem hem çevre dostu hem de verimli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın bulguları, adsorpsiyonun tekstil endüstrisi kaynaklı atık suların arıtımında etkili bir yöntem olduğunu ve sıcaklık gibi işlem parametrelerinin sürece önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, Reaktif Turuncu 122, sıcaklık, boyar madde giderimi

ABSTRACT

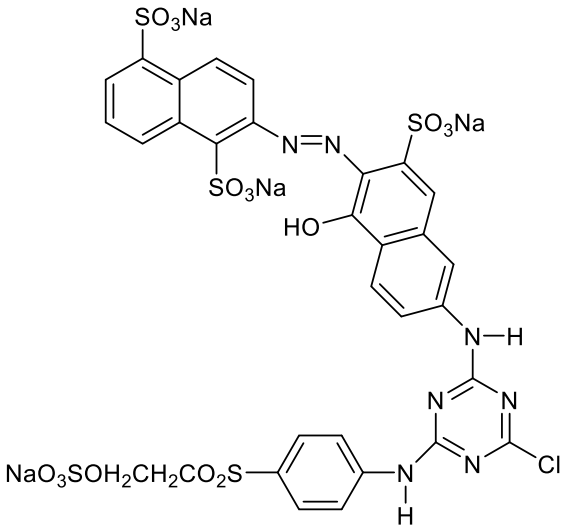
The textile industry consumes substantial amounts of water and chemicals for processes such as dyeing, printing, and finishing. The wastewater generated from these processes poses significant environmental threats due to the presence of various pollutants. The characteristics of textile wastewater vary considerably depending on the types of organic and inorganic compounds used in production processes.

In particular, wastewater containing dyes reduces light penetration in receiving environments, negatively affecting fundamental biological processes such as photosynthesis. Dyes and pigments are extensively used in various industries, including textiles, paper, plastics, coatings, cosmetics, food, automotive, glass, and printing inks. The primary characteristic of dyes is their ability to absorb visible light in the 400-800 nm range of the electromagnetic spectrum, resulting in their colored appearance. Reactive dyes are widely preferred in the textile industry due to their high wet fastness properties. However, the direct discharge of these dyes into water sources without proper treatment causes severe degradation of ecological systems. Several methods, including physical, chemical, and biological processes, are employed to remove dyes from wastewater. Among these, adsorption, a physical method, stands out as an effective technique for removing persistent and biologically non-degradable pollutants. Adsorption is widely preferred in industrial applications due to its low cost, ease of operation, and high efficiency. This study investigates the effect of temperature on the removal of Reactive Orange 122 dye from aqueous solutions using the adsorption method. AGA polymer particles were used as the adsorbent. During the experiments, a constant pH level was maintained, and the impact of different temperature levels on adsorption efficiency was evaluated. Adsorption capacity was calculated at various temperatures, and the highest adsorption efficiency was observed at 65°C with a pH of 2 and a dye concentration of 50 mg/L. Considering the influence of temperature on adsorption efficiency, this method emerges as both an environmentally friendly and efficient solution. The findings of this study demonstrate that adsorption is an effective approach for treating textile industry wastewater and that parameters such as temperature significantly enhance the overall process efficiency.

Key Words: Adsorption, Reactive Orange 122, temperature, dye removal

GİRİŞ

Artan endüstrileşme ve kentleşme, su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır. Su kirliliğinin kontrol altına alınması, günümüz bilim dünyasının öncelikli konularından biri haline gelmiştir ve boyar madde kirliliği ciddi bir çevresel sorun olarak değerlendirilmektedir. Ürünlerin renklendirilmesi amacıyla boyalar; tekstil, kâğıt, deri, ilaç, boya, plastik, kauçuk, gıda işleme, kozmetik gibi çeşitli endüstrilerde ve baskı, ağartma, haşıl, boyama, merserizasyon ve son apreleme gibi ıslak işlemlerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu endüstrilerden kaynaklanan su akıntılarının (örneğin, göller veya nehirler) renklenmesi, oldukça düşük konsantrasyonlarda bile istenmeyen ve gözle görülebilir bir durum oluşturmaktadır. Kullanılan boyar maddelerin %15'inden fazlası suya karışmakta ve bu durum suyun bulanıklığını artırarak güneş ışığının geçişini engellemektedir. Bu engelleme, fotosentez faaliyetlerini azaltmakta ve simbiyotik süreçlerin ve su ekosistemlerinin kendi kendini temizleme mekanizmasının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Renkli atık suların sucul yaşam üzerindeki yüksek toksisite etkileri rapor edilmiştir. Ayrıca, bu atıkların genotoksik, mutajenik ve kanserojen etkilerinin olduğu değerlendirilmiştir (Saeed vd., 2015). Dünya genelinde her yıl yaklaşık 60 bin ton boya atık olarak çevreye salınmakta ve bu boyaların %80'inin azo grubu boyalar olduğu belirlenmiştir. Tekstil endüstrisinden kaynaklanan atık su miktarı yılda yaklaşık 900 milyon ton olarak bildirilmektedir (Şanlı vd., 2024). Boyalar, genellikle karmaşık aromatik yapılar içeren sentetik kimyasal bileşiklerdir ve bunlar arasında azo gibi kromofor grupları ile çeşitli reaktif gruplar yer almaktadır. Boyar maddeler, asidik, bazik, azo, diazo, dispers, metal kompleksli ve antrakinon bazlı boyalar gibi farklı yapısal çeşitliliklere sahiptir. Şekil 1. de azo grubunda olan Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin kimyasal yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1. Reaktif Turuncu 122 kimyasal yapısı

Geniş kullanım alanları nedeniyle, boyar maddeler çevre kirliliğinin ana kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir (İlhan vd., 2008). Reaktif boyalar, özellikle selüloz bazlı materyallerin (örneğin, pamuk veya keten) boyanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, yün ve naylon gibi materyallerin boyanmasında da kullanılabilir; bu durumda, işlemler genellikle hafif asidik koşullar altında gerçekleştirilir (Irfan vd., 2014). Boyar maddelerin arıtılması, çevre ve insan sağlığına zararlarını azaltabilir. Bu boyaların arıtımı, biyolojik, fiziksel veya kimyasal yöntemlerle mümkündür. Her yöntemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Çevresel uyumluluk ve ekonomik uygunluk, endüstriyel atık su arıtımında tercih edilen yöntemi belirleyen temel faktörlerdir (Şanlı vd., 2024). En yaygın kullanılan teknikler arasında koagülasyon ve flokülasyon, köpük flotasyonu, membran filtrasyonu, biyolojik süreçler ve kimyasal işlemler yer almaktadır (Ferreira vd., 2019). Örneğin, geleneksel biyolojik su arıtma yöntemlerinde uzaklaştırma oranı düşükken, kimyasal ve fiziksel yöntemler daha etkili olabilmektedir ancak maliyetleri yüksektir. Çeşitli su arıtma teknikleri arasında adsorpsiyon yöntemi, nispeten düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olmasıyla öne çıkmaktadır. Ayrıca, adsorpsiyon için farklı türde maddelerin adsorban olarak kullanılabilmesi bu yöntemin avantajlarını artırmaktadır (Şanlı vd., 2024). Adsorpsiyon süreçlerinde sıcaklık, iki ana etkiye sahiptir. Sıcaklık artışı, çözeltinin viskozitesinin azalmasıyla birlikte adsorbat moleküllerinin adsorbanın gözeneklerine nüfuz etme hızını artırır. Aynı zamanda, belirli bir adsorbat için adsorbanın denge kapasitesini de değiştirebilir. Bu nedenle sıcaklık, adsorpsiyon verimliliği üzerinde önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (İlhan vd., 2008). Adsorpsiyon sürecinde, sıcaklık parametresinin etkisi analiz edilmiş ve adsorpsiyon kapasitesi aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

q_e= Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)

C_0= İlk boyarmadde konsantrasyonu (mg/L)

C_e= Çözeltide kalan boyarmadde konsantrasyonu (mg/L)

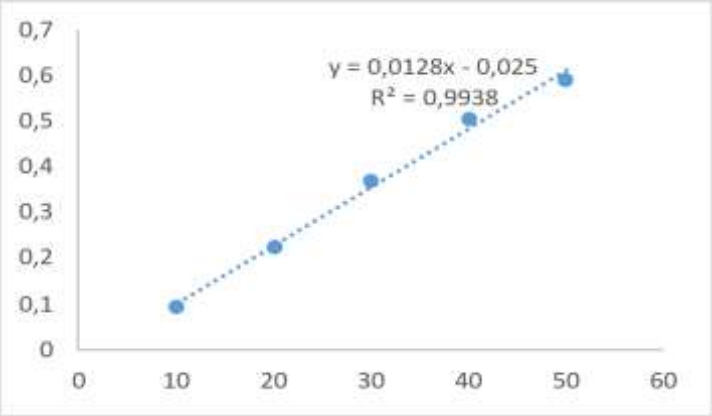
V= Çözelti hacmi (mL)

m = Polimer miktarı (g)

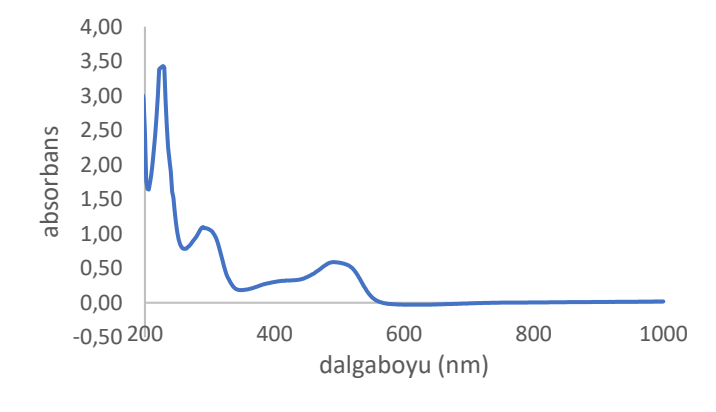
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Sıcaklığın adsorpsiyon işlemi üzerinde iki ana etkisi vardır. Artan sıcaklığın, çözelti viskozitesinin azalmasının bir sonucu olarak gözenekler içindeki adsorbat moleküllerinin difüzyon hızını arttırdığı ve ayrıca belirli bir adsorbat için adsorbanın denge kapasitesini değiştireceği bilinmektedir (İlhan vd., 2008). Sıcaklığın etkisini araştırmak için, Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin üzerindeki AGA

polimerinin adsorpsiyon kapasitesi, dört farklı sıcaklıkta incelenmiştir. Bu sıcaklık değerleri 4, 25, 45 ve 65 °C´dir. Sıcaklık etkisinin araştırılmasında polimer miktarı, boya konsantrasyonu ve pH değerleri sabit tutulmuştur. Önceden pH 2´de hazırlanmış 500 mg/L´lik stok boyar madde çözeltisinden 50 mg/L´lik çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyu değeri λ_{max}= 492 nm olarak belirlenmiş ve Şekil 3´te gösterilmiştir. Viallere her sıcaklık değeri için 0,01 g polimer eklenip üzerine 10 mL hazırlanan boyar madde çözeltisinden eklenmiştir. Çözeltiler 4 °C için buzdolabında, 25 °C için oda sıcaklığında, 45 ve 65 °C için ise sıcak su banyosunda karanlıkta bekletilmiştir. İlk bir saat her on dakikada bir, sonraki beş saat ise saat başı olacak şekilde UV-Vis spektrofotometrede ölçümler alınmıştır. Şekil 2. de verilen pH 2 değerinin kalibrasyon grafiği kullanılarak ölçülen absorbans değerleriyle hesaplamalar yapılmıştır. Tablo 1, 2, 3 ve 4'te sıcaklık ve zamana bağlı hesaplanan adsorpsiyon kapasitesi değerleri verilmiştir. Sıcaklığın 4°C´den 25, 45 ve 65°C'ye yükselmesi, sabit pH koşulları altında boyar madde molekülleri için adsorpsiyon kapasitesinde bir artışa yol açmıştır. Her sıcaklık parametresi için hesaplanan veriler aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.



Şekil 2. pH 2 kalibrasyon grafiği



Şekil 3. RO122 boyar maddesinin maksimum dalga boyu grafiği

Tablo 1. 4 °C sıcaklıkta zamana bağlı adsorpsiyon kapasitesi

4 °C

pH değeri	Süre (dk)	C_0	abs değeri	C_{son}	Polimer miktarı	Qe
2	10	50	0,462	38,04688	0,01	11,95313
2	20	50	0,395	32,8125	0,01	17,1875
2	30	50	0,34	28,51563	0,01	21,48438
2	40	50	0,31	26,17188	0,01	23,82813
2	50	50	0,278	23,67188	0,01	26,32813
2	60	50	0,234	20,23438	0,01	29,76563
2	120	50	0,178	15,85938	0,01	34,14063
2	180	50	0,154	13,98438	0,01	36,01563
2	240	50	0,138	12,73438	0,01	37,26563
2	300	50	0,13	12,10938	0,01	37,89063
2	360	50	0,13	12,10938	0,01	37,89063

Tablo 2. 25 °C sıcaklıkta zamana bağlı adsorpsiyon kapasitesi

25 °C

pH değeri	Süre (dk)	C_0	abs değeri	C_{son}	Polimer miktarı	Q_e
2	10	50	0,373	31,09375	0,01	18,90625
2	20	50	0,325	27,34375	0,01	22,65625
2	30	50	0,295	25	0,01	25
2	40	50	0,24	20,70313	0,01	29,29688
2	50	50	0,203	17,8125	0,01	32,1875
2	60	50	0,177	15,78125	0,01	34,21875
2	120	50	0,132	12,26563	0,01	37,73438
2	180	50	0,109	10,46875	0,01	39,53125
2	240	50	0,099	9,6875	0,01	40,3125
2	300	50	0,09	8,984375	0,01	41,01563
2	360	50	0,08	8,203125	0,01	41,79688

Tablo 3. 45 °C sıcaklıkta zamana bağlı adsorpsiyon kapasitesi

45 °C

pH değeri	Süre (dk)	C_0	abs değeri	C_{son}	Polimer miktarı	Q_e
2	10	50	0,326	27,42188	0,01	22,57813
2	20	50	0,26	22,26563	0,01	27,73438
2	30	50	0,205	17,96875	0,01	32,03125
2	40	50	0,175	15,625	0,01	34,375
2	50	50	0,15	13,67188	0,01	36,32813
2	60	50	0,122	11,48438	0,01	38,51563
2	120	50	0,05	5,859375	0,01	44,14063
2	180	50	0,035	4,6875	0,01	45,3125
2	240	50	0,029	4,21875	0,01	45,78125
2	300	50	0,027	4,0625	0,01	45,9375
2	360	50	0,025	3,90625	0,01	46,09375

Tablo 4. 65 °C sıcaklıkta zamana bağlı adsorpsiyon kapasitesi

65 °C

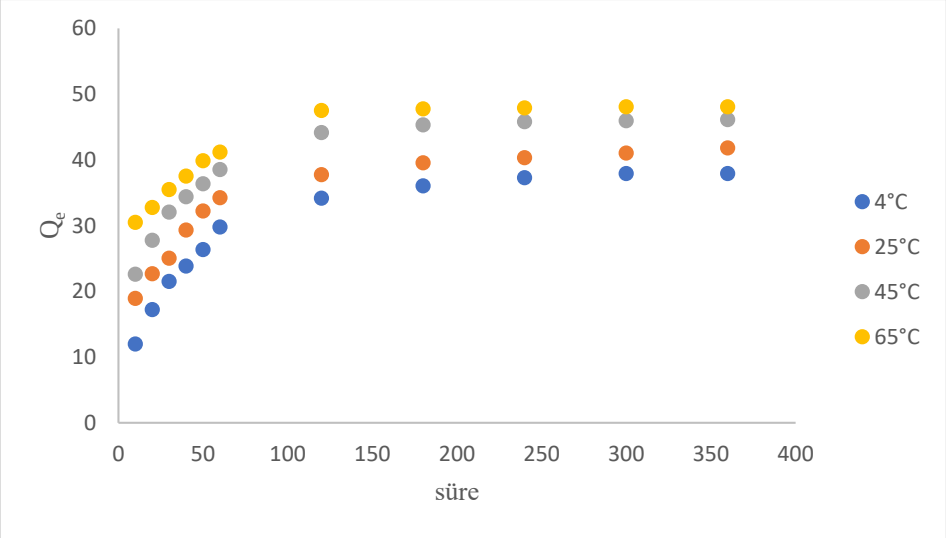
pH değeri	Süre (dk)	C_0	abs değeri	C_{son}	Polimer miktarı	Q_e
2	10	50	0,225	19,53125	0,01	30,46875
2	20	50	0,196	17,26563	0,01	32,73438
2	30	50	0,161	14,53125	0,01	35,46875
2	40	50	0,135	12,5	0,01	37,5
2	50	50	0,105	10,15625	0,01	39,84375
2	60	50	0,088	8,828125	0,01	41,17188
2	120	50	0,007	2,5	0,01	47,5
2	180	50	0,004	2,265625	0,01	47,73438
2	240	50	0,002	2,109375	0,01	47,89063
2	300	50	0	1,953125	0,01	48,04688
2	360	50	0	1,953125	0,01	48,04688

SONUÇ

Bu çalışmada, sıcaklığın Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin adsorpsiyonu üzerindeki etkisi, pH 2 ile 4, 25, 45 ve 65 °C sıcaklıklarda 0.01 g AGA adsorbanı kullanılarak araştırılmıştır. Deney sonuçlarına göre, Şekil 4'te gösterildiği gibi, sıcaklık 4 °C'den 65 °C'ye yükseldiğinde adsorpsiyon kapasitesi 37,8 mg/g´dan 48,04 mg/g´a çıkmıştır. Buna göre, endotermik işlemin AGA adsorbanı kullanılarak Reaktif Turuncu 122 boyar madde adsorpsiyonunu kontrol ettiği söylenebilir. Bu davranışın nedeni, kompozit üzerindeki aktif bölgelerin daha düşük sıcaklıklarda devre dışı bırakılması olabilir. Bu deaktivasyon, düşük sıcaklıklarda kompozitin adsorpsiyon kapasitesinde bir azalmaya yol açar. Tablo 5´teki sıcaklıkların zamana bağlı adsorpsiyon kapasiteleri karşılaştırıldığında Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin gideriminde pH 2´de AGA polimeriyle 65 °C'de en yüksek adsorpsiyon etkinliği görülmüştür.

Tablo 5. Belirlenen sıcaklıklarda zamana bağlı adsorpsiyon kapasiteleri

	4 °C	**25 °C**	**45 °C**	**65 °C**
Süre (dk)	Qe	Qe	Qe	Qe
10	11,95313	18,90625	22,57813	30,46875
20	17,1875	22,65625	27,73438	32,73438
30	21,48438	25	32,03125	35,46875
40	23,82813	29,29688	34,375	37,5
50	26,32813	32,1875	36,32813	39,84375
60	29,76563	34,21875	38,51563	41,17188
120	34,14063	37,73438	44,14063	47,5
180	36,01563	39,53125	45,3125	47,73438
240	37,26563	40,3125	45,78125	47,89063
300	37,89063	41,01563	45,9375	48,04688
360	37,89063	41,79688	46,09375	48,04688



Şekil 4. Zamana karşı adsorpsiyon kapasite grafiği

KAYNAKLAR

1. Ferreira, S. A. D., Donadia, J. F., Gonçalves, G. R., Teixeira, A. L., Freitas, M. B. J. G., Fernandes, A. A. R., & Lelis, M. F. F. (2019). Photocatalytic performance of granite waste in the decolorization and degradation of Reactive Orange 122. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *7*(3), Article 103144. https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103144

2. Irfan, M., Usman, M., Mansha, A., Rasool, N., Ibrahim, M., Rana, U. A., Siddiq, M., Zia-Ul-Haq, M., Jaafar, H. Z. E., & Khan, S. U. (2014). Thermodynamic and spectroscopic investigation of interactions between Reactive Red 223 and Reactive Orange 122 anionic dyes and cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) cationic surfactant in aqueous solution. *The Scientific World Journal*, 2014, Article 540975. https://doi.org/10.1155/2014/540975

3. İlhan, S., Filik İşcen, C., Caner, N., & Kıran, İ. (2008). Biosorption potential of dried *Penicillium restrictum* for Reactive Orange 122: Isotherm, kinetic, and thermodynamic studies. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 83*(5), 569–575. https://doi.org/10.1002/jctb.1836

4. Saeed, M., Nadeem, R., & Yousaf, M. (2015). Removal of industrial pollutant (Reactive Orange 122 dye) using environment-friendly sorbent *Trapa bispinosa's* peel and fruit. *International Journal of Environmental Science and Technology, 12*(4), 1223–1234. https://doi.org/10.1007/s13762-013-0492-9

5. Şanlı, G. T., & Demirhan, E. (2024). Preparation and characterization of chitosan/zeolite composites for Reactive Orange 122 dye removal from aqueous media: Isotherm and kinetic studies. *Biomass Conversion and Biorefinery*. https://doi.org/10.1007/s13399-024-05284-z

SULU ÇÖZELTİLERDEN REAKTİF TURUNCU 122 BOYAR MADDESİNİN UZAKLAŞTIRILMASINDA pH ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Aysu Kardelen MAVİÇİÇEK
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0009-0004-1164-2102
Gözde KOÇAK MUTLU
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0000-0003-2771-8218
Ali KARA
Bursa Uludağ Üniversitesi
ORCID ID: 0000-0003-2457-6314

ÖZET

Su ve çevre kirliliği hem ekosistemler hem de insan sağlığı için büyük bir sorun haline gelmiştir. Tekstil endüstrisinde kullanılan boyar maddeler, üretim sırasında atık sular yoluyla doğal su kaynaklarına karışarak çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu boyar maddelerin toksik ve kanserojen özelliklere sahip olması, sucul canlılar üzerinde tahribata neden olurken, insanlarda cilt hastalıkları ve solunum sorunlarına da sebep olabilmektedir. Tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan azo boyar maddeler, atık sularda sıklıkla bulunur ve yüksek derecede kirletici özellik taşır. Reaktif Turuncu 122 pamuk, ipek ve yün gibi ürünlerin boyanmasında kullanılan bir azo boyar maddedir. Boyar maddelerin atık sulardan uzaklaştırılması amacıyla membran teknolojisi, biyolojik arıtma ve adsorpsiyon gibi yöntemler tercih edilmektedir. Bunlar arasında adsorpsiyon, düşük maliyetli olması ve kolay uygulanabilirliği sayesinde yaygın bir yöntemdir. Bu araştırma da adsorpsiyon tekniği kullanılmış olup, farklı pH parametrelerinin adsorpsiyon verimliliğine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, AGA polimer partikülleri Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin sulu çözeltiden giderilmesi için adsorpsiyon çalışmalarında kullanılmıştır. Adsorpsiyon çalışmalarında farklı pH parametreleri incelenmiş olup, adsorpsiyon kapasitesi hesaplanmıştır. En iyi adsorpsiyon etkinliği (%95,58), pH 2´de 50 mg/L boyar madde çözeltisi ve 0,01 gram polimer ile elde edilmiştir. Böylece, AGA parçacıkları kullanılarak, adsorpsiyon yöntemlerinin uygulanmasının Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin sulu çözeltiden uzaklaştırılma verimliliği üzerine pH etkisi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimer parçacıkları, Reaktif Turuncu 122, adsorpsiyon, pH

ABSTRACT

Water and environmental pollution have become major issues for both ecosystems and human health. Dye substances used in the textile industry cause environmental problems by mixing with natural water sources through wastewater during production processes. The toxic and carcinogenic properties of these dyes lead to destruction in aquatic life and can also cause skin diseases and respiratory problems in humans. Azo dyes, widely used in the textile industry, are frequently found in wastewater and are highly pollutant. Reactive Orange 122 is an azo dye commonly employed in the dyeing of materials such as cotton, silk, and wool. Various methods such as membrane technology, biological treatment, and adsorption are preferred for the removal of dye substances from wastewater. Among these, adsorption is widely used due to its low cost and ease of application. In this study, the adsorption technique was utilized, and the effects of different pH parameters on adsorption efficiency were investigated. For this purpose, AGA polymer particles were employed in adsorption studies to remove Reactive Orange 122 dye from aqueous solutions. Adsorption experiments were conducted under varying pH conditions, and

the adsorption capacity was calculated. The highest adsorption efficiency (95,58%) was achieved at pH 2 with a dye concentration of 50 mg/L and 0.01 grams of polymer. Consequently, using AGA particles, the effect of pH on the efficiency of removing Reactive Orange 122 dye from aqueous solutions through adsorption methods was determined.

Key Words: Polymer partical, Reactive Orange 122, adsorption, pH

GİRİŞ

Günümüzde renk indeksinde 9000'den fazla boya türü yer almakta olup bu boyalar, tekstil, deri, kâğıt, kozmetik, plastik, ilaç ve gıda gibi pek çok endüstriyel sektörde geniş çapta kullanılmaktadır (Ahmadi vd., 2016). Küreselleşme, dünya genelinde çevresel kirliliğin artmasına neden olmuş ve bu durum hem sürdürülebilirlik hem de halk sağlığı açısından önemli tehditler oluşturmuştur (Koçak Mutlu vd., 2024). Özellikle boyaların su kaynaklarına deşarjı, zor koşullarda parçalanmamaları, toksik etkileri, çevrede birikmeleri sebebiyle su kalitesini ve ekosistemleri ciddi şekilde tehdit etmektedir. Ayrıca, bu maddelerin yoğun renk içeriği yalnızca sucul yaşamı olumsuz etkilemekle kalmayıp, insan sağlığı üzerinde de kanserojen ve mutajenik etkiler yaratmaktadır. Boyaların atık sularda güneş ışığını emmesi, ışığın suyun derinliklerine ulaşmasını engelleyerek sucul bitkilerde fotosentez etkinliğini azaltmaktadır (Ahmadi vd., 2016). Tekstil sektörü, üretim süreçleri sırasında yüksek miktarda atık su üretmektedir. Boyama işlemlerinde kullanılan boyaların tamamının kumaşa bağlanmaması sebebiyle, sabitlenmeyen boyar maddeler yıkama işlemleri esnasında atık suya karışmaktadır. Bu durum, tekstil kaynaklı atık sularda yüksek oranda boyar madde bulunmasına yol açmaktadır (Yalçın, 2023). Yıllık boya üretiminin 70.000 tonu aştığı, bu üretimin bir kısmının baskı endüstrisinde kullanıldığı, diğer kısmının ise tekstil ve deri boyama işlemleri sonucunda atık olarak çevreye yayıldığı rapor edilmiştir (Koçak Mutlu vd., 2024). Boyaların kimyasal yapılarındaki kompleks aromatik gruplar, onların hem kararlı yapıya sahip olmalarına hem de biyolojik ve kimyasal yöntemlerle parçalanmalarını zorlaştırmaktadır (Ahmadi vd., 2016). Boyalar, kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmakta olup, bunlar arasında azo, nitro, indigo, antrakinon, ftalein, trifenil metan ve nitrat boyaları yer almaktadır. Azo boyalar, suya yüksek çözünürlükleri ve atık sularda yaygın bulunmaları nedeniyle önemli bir grubu oluşturmaktadır. Reaktif Turuncu 122 boyası, azo boyalar grubunda yer almakta olup yapısında azo (-N=N-) ve sülfonik ($-SO_3-$) gruplarını barındırmaktadır (Koçak Mutlu vd., 2024). Araştırmalarda, tekstil atık sularında reaktif boyaların konsantrasyonlarının 5 ila 1500 mg/L arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, fotokatalitik ve manyetik özelliklere sahip olan AGA polimer kompozit parçacıkları ile Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin adsorpsiyon yöntemiyle sudan uzaklaştırılmasını ve pH etkisinin bu süreçteki rolünü incelemektir. Boyar maddelerin atık sulardan uzaklaştırılması, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu bağlamda, flokülasyon, elektroflotasyon, çöktürme, elektrokinetik koagülasyon, iyon değişimi, membran filtrasyonu, oksidasyon, ışınlama ve ozonlama gibi birçok fiziksel ve kimyasal yöntem geliştirilmiştir (Ahmadi vd., 2016). Bunun yanında, biyolojik arıtma, membran teknolojisi ve adsorpsiyon gibi alternatif yöntemler de sıklıkla araştırılmaktadır. Adsorpsiyon, çözeltideki moleküllerin bir katı yüzeye tutunması prensibine dayanan bir süreçtir. Bu yöntem, düşük maliyeti, geri dönüştürülebilirliği ve işlem kolaylığı nedeniyle çevresel uygulamalarda öne çıkmaktadır (Yalçın Turan vd., 2024). Adsorpsiyon sürecinde kullanılan katı yüzeyler "adsorban", yüzeye tutunan moleküller ise "adsorbat" olarak adlandırılmaktadır. Adsorpsiyon, fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon olarak ikiye ayrılmakta ve adsorban yüzeyindeki bağlanma türüne göre sınıflandırılmaktadır (Yalçın, 2023). Polimerik adsorbanlar, yüksek adsorpsiyon kapasitesi, seçicilik ve geri dönüştürülebilirlik gibi avantajları nedeniyle sıkça tercih edilmektedir (Yousef vd., 2020). Bu çalışmada, AGA kompozit parçacıkları adsorban, Reaktif Turuncu 122 ise adsorbat olarak kullanılmıştır. Adsorpsiyon sürecinde, pH parametresinin etkisi analiz edilmiş ve adsorpsiyon kapasitesi aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Koçak Mutlu vd., 2024).

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

q_e= Adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)

C_0= İlk boyarmadde konsantrasyonu (mg/L)

C_e= Çözeltide kalan boyarmadde konsantrasyonu (mg/L)

V= Çözelti hacmi (mL)

m = Polimer miktarı (g)

Biyolojik, fiziksel ve kimyasal prosesler, boyar maddelerin çevre üzerindeki oluşturduğu olumsuzlukları azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Geleneksel arıtma tekniklerinden biri olan adsorpsiyonun birçok avantajı bulunmaktadır. Adsorpsiyon deneylerinde çözeltide kalan boyar madde konsantrasyonu UV-Vis spektrofotometre kullanılarak ölçülmüş ve % giderim miktarları aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır (Koçak Mutlu vd., 2024).

$$R\% = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100$$

C_0= İlk Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)

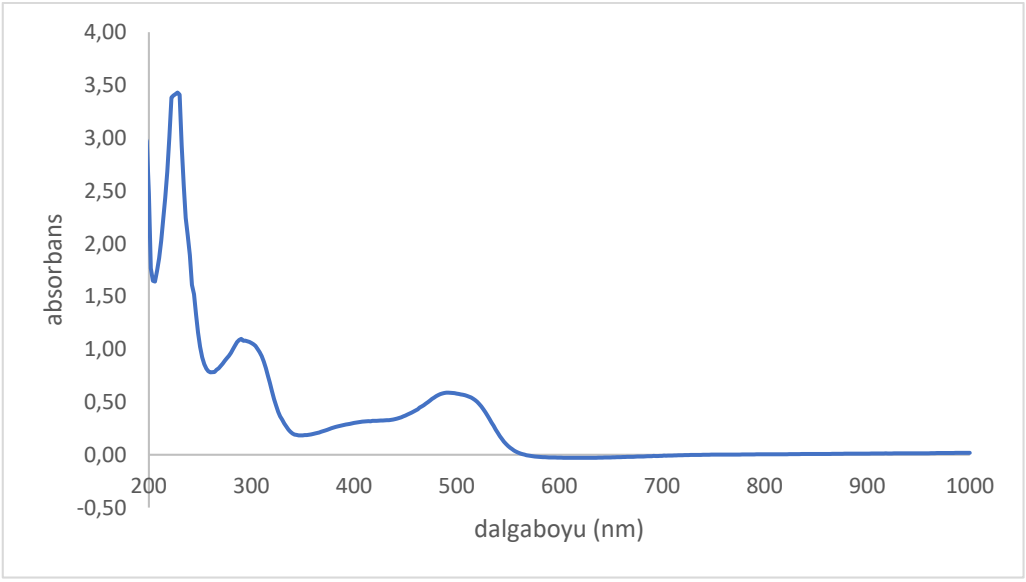
C_1= Çözeltide kalan Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)

Sonuç olarak, adsorpsiyon yöntemi, düşük maliyetli, çevre dostu ve sürdürülebilirliği destekleyen özellikleri nedeniyle atık suların arıtılmasında etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. AGA gibi gelişmiş kompozit materyallerin kullanımı, özellikle tekstil atık sularındaki boyar maddelerin giderimi için umut vadeden bir yaklaşım sunmaktadır (Yalçın Turan vd., 2024).

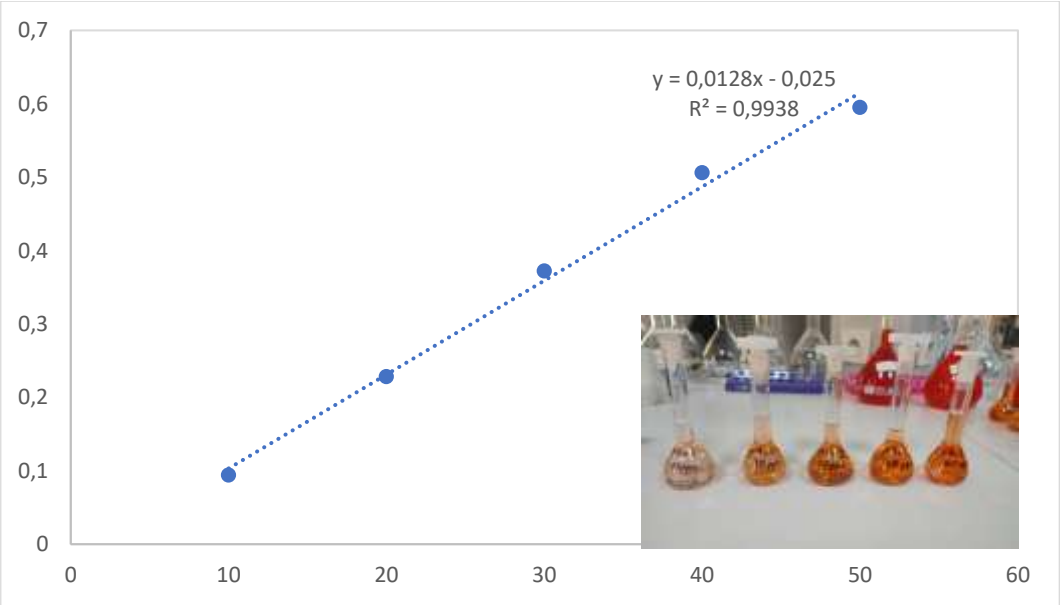
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

pH, karışık sistemlerin adsorpsiyon davranışını etkileyen başlıca faktörlerden biridir. Çözelti pH'ı hem sulu kimyayı hem de adsorbanın yüzey bağlanma yerlerini etkiler. Çözeltinin pH'ının, Reaktif Turuncu 122'nin AGA yüzeylerine adsorpsiyonu üzerindeki etkisi, 2 ila 8 arasında değişen farklı pH değerlerinde değerlendirilmiştir (Ahmadi vd.,2016). Bundan dolayı Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin polimer partiküllerinin üzerine adsorpsiyona pH etkisini incelemek için öncelikle pH 2, 4, 6, 8'de pH suları hazırlanmıştır. pH ayarlaması için 1M NaOH ve HCL çözeltileri kullanılmıştır. Her bir pH değerinde 500 mg/L konsantrasyonda Şekil 1´ de gösterilmiş olan Reaktif Turuncu 122 stok boyar madde çözeltileri hazırlanmıştır. Reaktif Turuncu 122 boyar maddesi için UV-Vis spektrofotometre ile dalga boyu taraması yapılmıştır ve absorpsiyonun maksimum olduğu dalga boyu λ_{max}= 492 nm olarak belirlenmiştir. Şekil 2´de Reaktif Turuncu 122 boyar maddesinin maksimum absorpsiyon yaptığı dalga boyu grafiği verilmiştir. Bütün deneysel çalışmalar belirlenen dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan stok boyar madde çözeltilerinden her pH değeri için 250 mL´lik balon jojelere 10, 20, 30, 40 ve 50 mg/L konsantrasyonlarında çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan 2, 4, 6 ve 8 pH değerinde 10, 20, 30, 40 ve 50 mg/L konsantrasyonlarındaki çözeltilerin UV-Vis spektrofotometre de ölçümleri alınarak kalibrasyon grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 3, 4, 5, 6). Deneyler esnasında sıcaklık, zaman ve polimer miktarı parametreleri sabit tutulmuştur. Viallere her bir pH değeri için 0,01 gram AGA polimer partikülleri eklenip üzerine 10 mL 50 mg/L´lik boyar madde çözeltilerinden eklenmiştir. Adsorpsiyon bir gece boyunca karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir. Adsorpsiyon sonunda çözeltide kalan boyar madde konsantrasyonu UV-Vis spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir. Adsorpsiyon kapasitesi (q_e) ve % giderim miktarı hesaplanarak maksimum adsorpsiyonun gerçekleştiği pH değeri belirlenmiştir. Tablo1´de adsorpsiyon sonunda hesaplanan veriler gösterilmiştir.

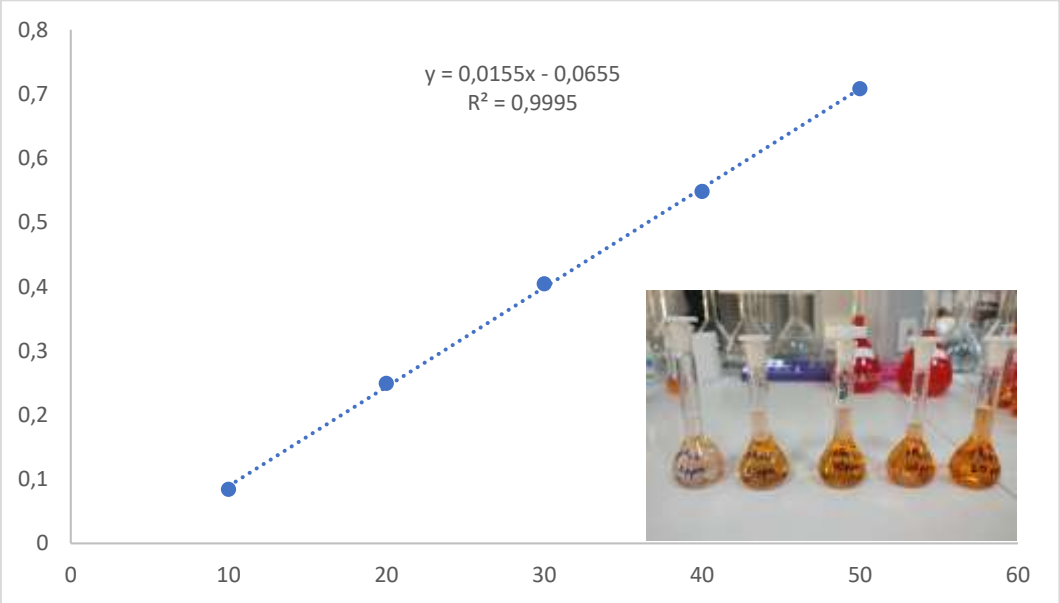
Şekil 1. Stok boyar madde çözeltileri



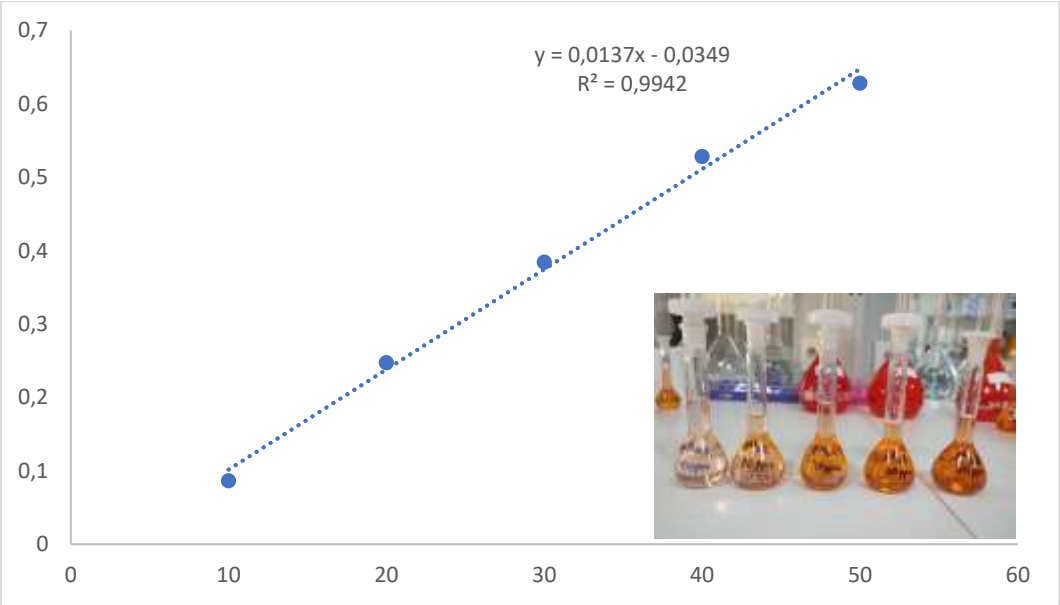
Şekil 2. RO122 boyar maddesinin maksimum dalga boyu grafiği



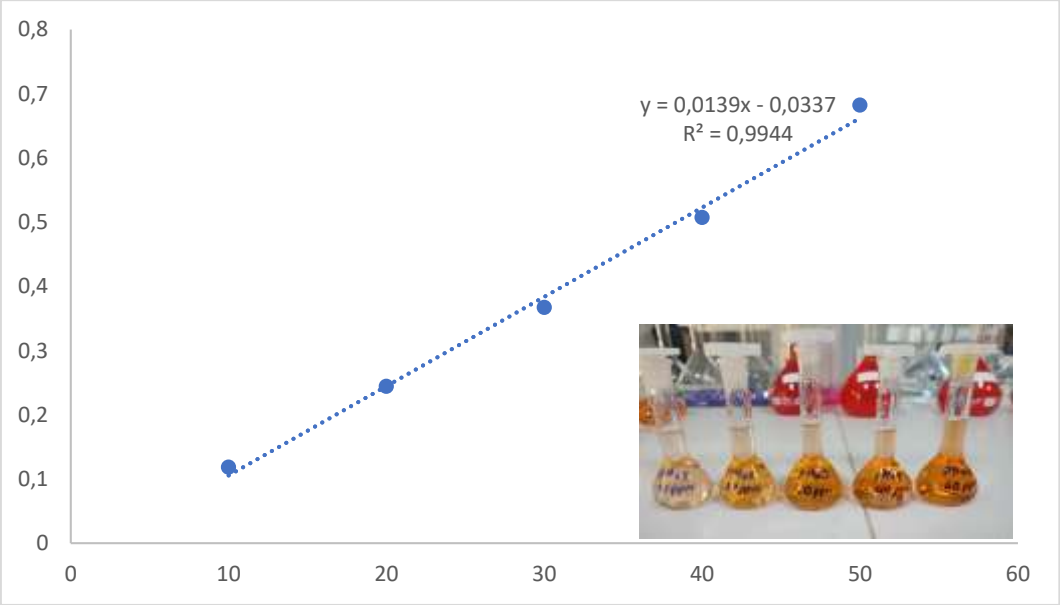
Şekil 3. pH 2 kalibrasyon grafiği



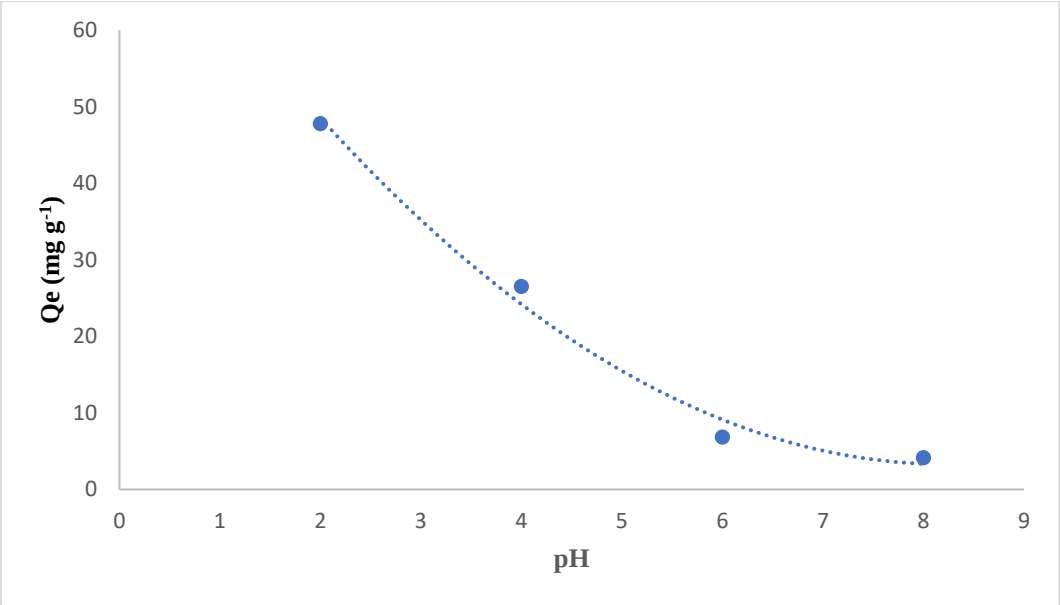
Şekil 4. pH 4 kalibrasyon grafiği



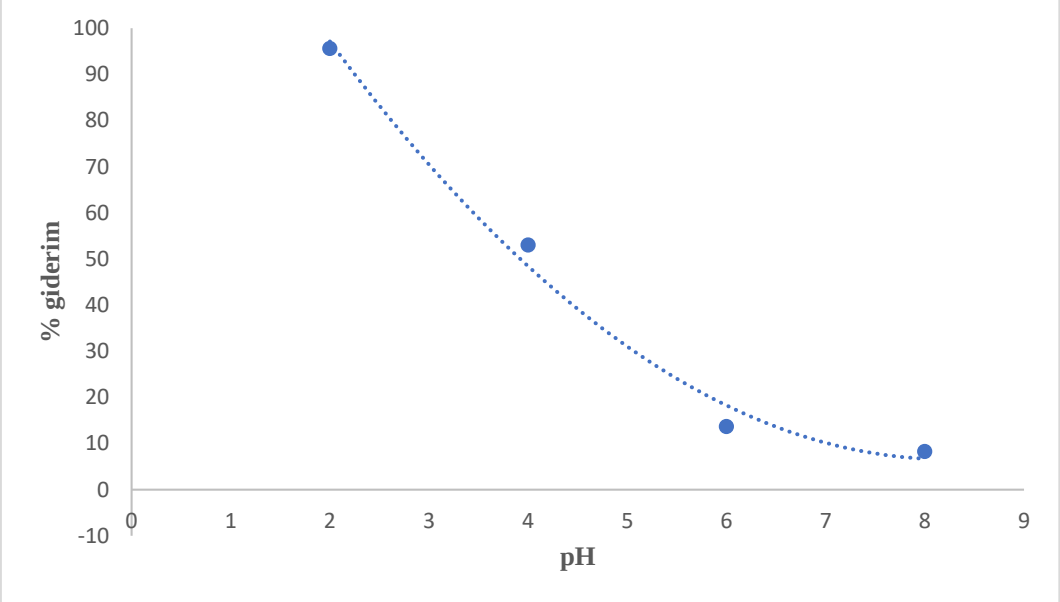
Şekil 5. pH 6 kalibrasyon grafiği



Şekil 6. pH 8 kalibrasyon grafiği



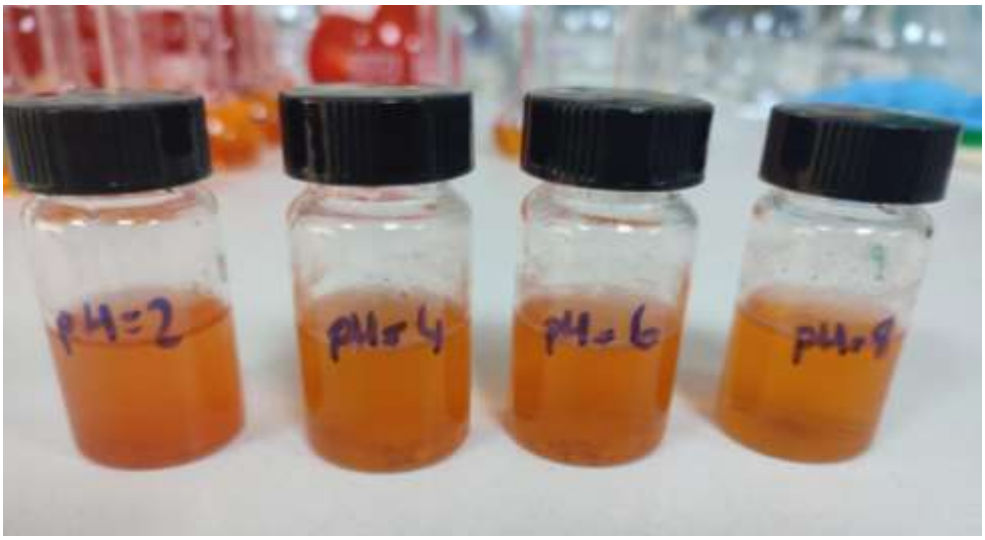
Şekil 7. RO122 boyar maddesinin adsorpsiyon kapasite grafiği



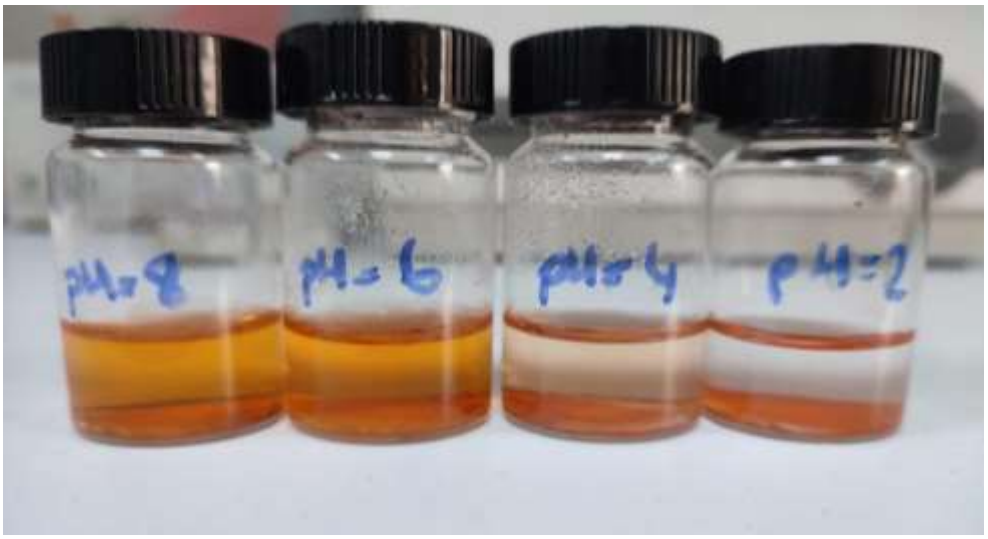
Şekil 8. RO122 boyar madde adsorpsiyonuna pH etkisi

Tablo 1. Adsorpsiyon sonunda elde edilen veriler

pH değeri	C_0	abs değeri (24 sa sonra)	C_{son}	Polimer miktarı	Q_e	C_0-C_{son}	%giderim
2	50	0,022	2,206452	0,01	47,79355	47,79355	95,5871
4	50	0,352	23,49677	0,01	26,50323	26,50323	53,00645
6	50	0,657	43,17419	0,01	6,825806	6,825806	13,65161
8	50	0,699	45,88387	0,01	4,116129	4,116129	8,232258



Şekil 9. Adsorpsiyondan önce çözeltiler



Şekil 10. Adsorpsiyon sonunda çözeltiler

SONUÇ

Polimerin adsorpsiyon kapasitesini belirlemek için pH parametresi incelenmiştir. pH etkisini incelemek için pH 2, 4, 6, 8 çözeltileri hazırlanmış ve denemeler yapılmıştır. Gerçekleştirilen deneyler ve hesaplamalar sonucunda Şekil 10´da görüldüğü üzere maksimum adsorpsiyonun en asidik değer olan pH 2'de gerçekleştiği belirlenmiştir. Şekil 7 ve Şekil 8´de görüldüğü üzere pH değeri arttıkça adsorpsiyon kapasitesi ve % giderim miktarında azalma görülmüştür. Bu çalışma da Reaktif Turuncu 122 boyar maddesi AGA polimer partikülleri ile pH 2 de %95,58 değerinde en iyi adsorpsiyon etkinliği göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Ahmadi, S. H., Davar, P., & Manbohi, A. (2016). Adsorptive removal of reactive orange 122 from aqueous solutions by ionic liquid coated Fe3O4 magnetic nanoparticles as an efficient adsorbent. *Chemistry & Chemical Engineering Research Center of Iran*, https://doi.org/10.1021-9986/16/1/63

2. Mutlu, G. K., Kara, A., Tekin, N., & Demirel, S. (2024). Synthesis and characterization of 1-vinyl-1,2,4-triazole, m-poly(EGDMA-VTA)-TiO2 polymer composite particles and the using of Reactive Orange 16 dye in adsorption and photocatalytic decolorization. *Colloid and Polymer Science, 302*(623–642). https://doi.org/10.1007/s00396-023-05213-y

3. Shokoohi, R., Godini, K., & Latifi, Z. (2023). Catalytic oxidation of reactive blue 222 dye using peroxymonosulfate activated by Mn3O4: Parameter optimization using response surface methodology. *Inorganic Chemistry Communications, 149*, 110400. https://doi.org/10.1016/j.inoche.2023.110400

4. Yalçın, Ş. (2023). *Manyetik ve fotokatalitik özellikteki poli(etilenglikol dimetakrilat-2-vinilpiridin) [m-poli(EGDMA-VP)]-TiO2 polimer partiküllerinin sentezi, karakterizasyonu ve sulu çözeltiden asit violet 7 boyarmaddesinin adsorpsiyon ve fotokatalitik dekolorizasyon parametrelerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Tez arşivi.

5. Yalçın Turan, Ş., Kara, A., & Tekin, N. (2024). Removal of acid violet 7 from aqueous solution with polymer matrix composite particles by adsorption and photocatalytic decolorization methods: Isotherms, kinetics, and thermodynamic studies. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. https://doi.org/10.1080/03067319.2024.2303321

6. Yousef, R., Qiblawey, H., & El-Naas, M. H. (2020). Adsorption as a process for produced water treatment: A review. *Processes, 8*(12), 1657. https://doi.org/10.3390/pr8121657

SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİLƏ SMART QURĞULARIN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ MEXANİZMLƏRİ

MECHANISMS FOR IMPROVING SMART DEVICES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Almaz Əliyeva

İnformasiya texnologiyaları kafedrasının dosenti

ORCID ID:0000-0002-2986-1387

Aidə Mustafayeva

İnformasiya texnologiyaları kafedrasının dosenti, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0003-0801-5605

Mürsəl Paşayev

İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının baş müəllimi, Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0002-2357-6144

XÜLASƏ

Son onilliklərdə texnologiyanın sürətli inkişafı cəmiyyətin müxtəlif sahələrində fundamental dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu transformasiyanın əsas istiqamətlərindən biri süni intellektin (Sİ) inkişafı və onun müxtəlif sahələrdə tətbiqidir. Xüsusilə, ağıllı qurğuların (SMART cihazlar) geniş miqyasda yayılması iş proseslərini, məişət həyatını, səhiyyə və təhsil sistemlərini yeni mərhələyə keçirmişdir. Bu qurğular internetə qoşulma, istifadəçi davranışlarını təhlil etmə və real vaxt rejimində adaptasiya olunma xüsusiyyətləri sayəsində sadə avtomatlaşdırılmış sistemlərdən süni intellekt əsaslı kompleks həllərə çevrilmişdir.

Beynəlxalq statistik məlumatlar Sİ və SMART qurğuların sürətli inkişafını sübut edir. Forrester Research şirkətinin proqnozlarına görə, 2025-ci ilə qədər qlobal müəssisələrin 75%-i süni intellekt texnologiyalarını iş proseslərinə inteqrasiya edəcəkdir. Bu tendensiya təkcə texnoloji deyil, həm də iqtisadi transformasiyanın göstəricisidir. Azərbaycan da süni intellektin inkişafı istiqamətində mühüm addımlar atılmaqdadır. Ölkənin sosial-iqtisadi inkişaf strategiyaları çərçivəsində süni intellekt texnologiyalarının geniş tətbiqi, telekommunikasiya və informasiya texnologiyalarının inkişafı əsas hədəflərdən biri kimi müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda, informasiya cəmiyyətinin formalaşdırılması, kibertəhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi və rəqəmsal ekosistemin dayanıqlı inkişafı istiqamətində dövlət proqramları icra olunmaqdadır. Bu çərçivədə, "Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası" süni intellektin inkişafını prioritet istiqamət kimi müəyyən edir. "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər" çərçivəsində rəqabətqabiliyyətli iqtisadiyyatın qurulması və innovasiyaların təşviqi nəzərdə tutulmuşdur. Bununla yanaşı, "Azərbaycan Respublikasının informasiya təhlükəsizliyi və kibertəhlükəsizliyə dair 2023–2027-ci illər üçün Strategiyası" ölkənin kiberməkanının qorunmasını və kibertəhlükəsizliyə dair normativ bazanın təkmilləşdirilməsini təmin edir.

Süni intellektin SMART qurğulara inteqrasiyası bir sıra qlobal problemləri də gündəmə gətirir. Əsas problemlərdən biri məlumat təhlükəsizliyi və məxfilik məsələləridir. Ağıllı qurğular tərəfindən toplanan məxfi məlumatların təhlükəsiz şəkildə saxlanması və kibertəhlükəsizlik təhdidlərinin minimallaşdırılması müasir dövrün vacib çağırışlarındandır. Digər mühüm problem isə enerji istehlakı və resurs səmərəliliyidir. Süni intellekt əsaslı cihazlar yüksək hesablama gücü tələb etdiyindən onların enerji sərfiyyatı artır ki, bu da ekoloji və iqtisadi baxımdan əlavə çətinliklər yaradır. Məlumat mərkəzlərində artan enerji istehlakı və karbon qazı emissiyaları bu problemin daha da aktuallaşmasına səbəb olmuşdur.

Süni intellektin SMART qurğulara tətbiqi etik və sosial problemləri də ön plana çıxarır. İnsanların qərarverməsi ilə süni intellektin avtonom qərar qəbul etməsi arasındakı tarazlığın qorunması, texnologiyanın etik prinsiplərə uyğun işləməsi məsələsi müzakirə mövzusudur. Bundan əlavə, süni intellektin inkişafı əmək bazarında avtomatlaşdırma ilə bağlı yeni çağırışlar yaradır və bəzi peşələrin əvəz olunması sosial-iqtisadi dəyişikliklərə səbəb olur.

Beləliklə, bu məqalədə süni intellektin tətbiqi ilə SMART qurğuların təkmilləşdirilməsi mexanizmləri araşdırılmışdır. Təhlillər göstərir ki, süni intellekt ağıllı qurğuların funksionallığını artırmaq, adaptasiya qabiliyyətini yüksəltmək və istifadəçi təcrübəsini optimallaşdırmaq üçün mühüm rol oynayır. Lakin bu proses məlumat təhlükəsizliyi, enerji səmərəliliyi və etik məsələlər kimi yeni çağırışları da meydana çıxarır. Bu problemlərin həlli üçün süni intellektin daha effektiv alqoritmlərlə təchiz edilməsi, kibertəhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi və ekoloji dayanıqlılığın təmin olunması vacibdir. Gələcəkdə bu texnologiyaların davamlı inkişafı ağıllı qurğuların daha təhlükəsiz, səmərəli və insan həyatına faydalı olması üçün əsas istiqamətlərdən biri olacaqdır.

Açar sözlər: Süni intellekt, ağıllı qurğular, avtomatlaşdırma, kibertəhlükəsizlik, enerji səmərəliliyi.

ABSTRACT

In recent decades, the rapid development of technology has led to fundamental changes in various areas of society. One of the main directions of this transformation is the development of artificial intelligence (AI) and its application in various fields. In particular, the wide spread of smart devices (SMART devices) has brought work processes, household life, healthcare and education systems to a new stage. These devices have transformed from simple automated systems to complex solutions based on artificial intelligence thanks to the features of connecting to the Internet, analyzing user behavior and adapting in real time.

International statistics prove the rapid development of AI and SMART devices. According to Forrester Research forecasts, by 2025, 75% of global enterprises will integrate artificial intelligence technologies into their business processes. This trend is an indicator of not only technological, but also economic transformation. Azerbaijan is also taking important steps towards the development of artificial intelligence. Within the framework of the country's socio-economic development strategies, the widespread application of artificial intelligence technologies, the development of telecommunications and information technologies have been identified as one of the main goals. At the same time, state programs are being implemented to form an information society, strengthen cybersecurity measures, and sustainably develop the digital ecosystem. In this context, the “Socio-economic Development Strategy of the Republic of Azerbaijan for 2022–2026” identifies the development of artificial intelligence as a priority direction. “Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-economic Development” envisages the establishment of a competitive economy and the promotion of innovations. In addition, the “Strategy of the Republic of Azerbaijan on Information Security and Cybersecurity for 2023–2027” ensures the protection of the country's cyberspace and the improvement of the regulatory framework for cybersecurity.

The integration of artificial intelligence into SMART devices also raises a number of global issues. One of the main issues is data security and privacy. Safely storing confidential data collected by smart devices and minimizing cybersecurity threats are important challenges of the modern era. Another important issue is energy consumption and resource efficiency. Since artificial intelligence-based devices require high computing power, their energy consumption increases, which creates additional challenges from an environmental and economic perspective. The increasing energy consumption and carbon dioxide emissions in data centers have made this problem even more urgent.

The application of artificial intelligence to SMART devices also brings ethical and social issues to the fore. Maintaining the balance between human decision-making and autonomous decision-making by artificial intelligence, and ensuring that technology operates in accordance with ethical principles, are the subject of discussion. In addition, the development of artificial intelligence creates new challenges

related to automation in the labor market and the replacement of some professions leads to socio-economic changes.

Thus, this article examines the mechanisms for improving SMART devices through the application of artificial intelligence. Analyses show that artificial intelligence plays an important role in increasing the functionality of smart devices, increasing their adaptability, and optimizing the user experience. However, this process also raises new challenges such as information security, energy efficiency, and ethical issues. To solve these problems, it is important to equip artificial intelligence with more effective algorithms, strengthen cybersecurity measures, and ensure environmental sustainability. In the future, the continuous development of these technologies will be one of the main directions for making smart devices safer, more efficient, and more useful to human life.

Keywords: Artificial intelligence, smart devices, automation, cybersecurity, energy efficiency.

SÜNİ İNTELLEKTDƏ SƏHVLƏRƏ GÖRƏ MƏSULİYYƏT: HÜQUQİ VƏ ETİK YANAŞMA

LIABILITY FOR ERRORS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A LEGAL AND ETHICAL APPROACH

Leyla İSMAYILZADƏ

İnformasiya Texnologiyası Kafedrasının müəllimi, Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0003-0629-070X

Dinarə İSLAMOVA

İnformasiya Texnologiyası Kafedrasının müəllimi, Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0003-2158-4511

XÜLASƏ

Süni intellekt texnologiyalarının geniş yayılması və gündəlik həyatımızda inteqrasiya etməsi bir sıra hüquqi və etik sualları gündəmə gətirib. Bu mövzuda əsas diqqət süni intellektin qərarlarında baş verən səhvlərə görə məsuliyyətin kimə aid olması, bu məsuliyyətin hüquqi və etik baxımdan necə tənzimlənməsidir.

Süni intellekt texnologiyalarının səhvləri ciddi sosial, hüquqi və etik problemlər yaratsa da, bu sahədə məsuliyyətin müəyyən edilməsi üçün həm qanunverici orqanların, həm də texnologiya istehsalçılarının əməkdaşlığı vacibdir. Yalnız bu yanaşma texnologiyanın təhlükəsiz və məsuliyyətli istifadəsini təmin edə bilər.

Açar sözlər: Süni intellekt, etika, şəffaflıq, sosial məsuliyyət, məxfilik, hüquqi yanaşma, etibarlılıq

ABSTRACT

The widespread use of artificial intelligence technologies and their integration into our daily lives have raised a number of legal and ethical questions. The main focus in this regard is on who is responsible for errors in artificial intelligence decisions, and how this responsibility should be regulated from a legal and ethical perspective.

Although errors in artificial intelligence technologies pose serious social, legal and ethical problems, cooperation between both legislative bodies and technology manufacturers is essential for determining responsibility in this area. Only this approach can ensure the safe and responsible use of technology.

Keywords: Artificial intelligence, ethics, transparency, social responsibility, privacy, legal approach, reliability

GİRİŞ

Süni intellekt müasir texnologiyanın ən sürətlə inkişaf edən sahələrindən biridir. Avtonom nəqliyyat vasitələrindən səhiyyə sahəsinə qədər müxtəlif sahələrdə süni intellektin tətbiqi insan həyatını və iş prinsiplərini dəyişdirir. Bununla yanaşı, süni intellektin tətbiqi ilə əlaqədar hüquqi və etik məsələlər də ciddi narahatlıqlar doğurur. Süni intellektin səhvlərinə görə məsuliyyətin kimə aid olması, etik çərçivələrin necə qurulması və bu texnologiyaların insanlar üzərində yaratdığı təsirlərin necə idarə edilməsi suallarını ortaya qoyur.

Süni intellektin qərarvermə mexanizmləri. Süni intellektin əsas məqsədi insanların yerinə və ya onların köməyi ilə qərar verməkdir. Bunun üçün süni intellekt, maşın öyrənməsi (machine learning), dərin öyrənmə (deep learning), neyron şəbəkələri kimi müxtəlif metodlardan istifadə edir. Bu metodlar, verilən məlumatlar əsasında nümunələr çıxarmağa və əlaqələr qurmağa imkan verir. Lakin bu

alqoritmaların bəzi hallarda “qara qutu” problemi yaratması, qərarların necə verildiyini başa düşməyin çətinləşməsinə səbəb olur. Bu, həmçinin süni intelekt qərarlarının səhv olmasına və ya sosial ədalətə zidd olmasına yol açа bilər.

Etik aspektlər. Süni intellektin etik aspektləri, onun insanların həyatına və cəmiyyətə təsirini tənzimləməyə yönəlir. Süni intelektin tətbiqi ilə bağlı etik məsələlər, şəbəkə alqoritmalarının necə işləyişi və bu işləyişin nə qədər şəffaf olduğu ilə bağlıdır. Bu çərçivədə aşağıdakı etik prinsiplər və problemlər daha ətraflı şəkildə müzakirə edilir:

1. Şəffaflıq və hesabatlılıq. Süni intelekt qərarlarının şəffaf və başa düşülə bilən olması etik baxımdan vacibdir. Süni intellekt sistemlərinin qərarları, qaranlıq alqoritmalar vasitəsilə alındığı zaman, qərarların necə verildiyini izləmək çətinləşir. Bu da şəxsi həyatın pozulmasına, diskriminasiyaya və qeyri-ədalətli nəticələrə yol açа bilər. Şəffaflıq və hesabatlılıq, Süni intelekt fəaliyyətlərinin izlənməsi və doğru tətbiq edilməsinin təmin edilməsi üçün əsas amillərdir. Şəffaf və açıq olan alqoritmalar, süni intellektin səhvlərinə görə məsuliyyəti müəyyənləşdirməyə kömək edir.

2. Ədalət və bərabərlik. Süni intelektin tətbiqi ilə əlaqədar ən böyük etik məsələlərdən biri də bərabərlik məsələsidir. Maşın öyrənmə alqoritmalarının təlim məlumatları bəzən diskriminasiyaya səbəb ola bilər. Məsələn, cinsiyyət, irq və yaş kimi xüsusiyyətlərdən asılı olaraq süni intellekt qərarları təhrif edə bilər. Bəzi alqoritmalar, xüsusilə sosial və iqtisadi cəhətdən zəif olan qruplara qarşı meylli ola bilər. Bu cür qeyri-bərabər nəticələr, süni intellektin tətbiqində ciddi etik problemlər yaradır. Ədalət və bərabərlik prinsipləri, Süni intelektin tətbiqində hər bir şəxsin bərabər və ədalətli şəkildə müalicə edilməsini təmin etməlidir.

3. İnsan hüquqlarının qorunması. Süni intellektin tətbiqi, insanların hüquqlarını qorumağa yönəlməlidir. Süni intelekt sistemləri, şəxsi məlumatları qorumağa, insanların özəl həyatını pozmamağa diqqət etməli və insan hüquqlarına uyğun şəkildə işləməlidir. Bu, xüsusilə Süni intelektin izləmə və müşahidə sistemlərində tətbiq olunarkən daha əhəmiyyətlidir. Şəxsi həyatın gizliliyini qorumaq və insanların azadlıqlarını məhdudlaşdırmamaq, süni intellektin etik istifadəsinin əsas prinsiplərindəndir. Süni intelektin tətbiqinin məhdudlaşdırılması və düzgün nəzarət edilməsi, insan hüquqlarına uyğunluğu təmin etməlidir.

4. İnsan nəzarəti və avtonomiya. Süni intelektin qərar vermə və fəaliyyətlərinin insan nəzarəti altında olması vacibdir. Avtonom sistemlər bəzən insan müdaxiləsi olmadan qərar verə bilərlər və bu da risklər yarada bilər. Məsələn, avtonom nəqliyyat vasitələri və səhiyyə sistemlərində süni intellektin verdiyi qərarlar çox zaman təhdid və ya səhvlərə səbəb ola bilər. Etik baxımdan, Süni intelektin sistemlərinin fəaliyyətində insan nəzarəti olmalı, bu sistemlərin verdiyi qərarları izləmək və lazım gəldikdə müdaxilə etmək mümkün olmalıdır.

5. Təhlükəsizlik və zərərdən qaçınma. Süni intellektin təhlükəsizliyi də etik məsələlərdə önəmli bir yer tutur. Süni intelekt sistemləri, insanların həyatına və cəmiyyətə zərər verməməlidir. Alqoritmaların səhvləri və ya qeyri-dəqiq qərarları təhlükələrə və hətta faciələrə səbəb ola bilər. Bu baxımdan, süni intelekt sistemləri təhlükəsiz şəkildə sınaqdan keçirilməli və hər hansı bir zərərdən qaçınmaq üçün davamlı təhlükəsizlik tədbirləri görülməlidir. Süni intellektin tətbiqi yalnız cəmiyyətin faydasına yönəlməli və etik qaydalara riayət etməlidir.

Hüquqi yanaşmalar və məsuliyyət. Süni intellektin inkişafı ilə bağlı hüquqi məsələlər və məsuliyyət çox mürəkkəbdir. Çünki süni intelekt sistemləri insan müdaxiləsi olmadan qərar verə bilər və bu qərarlar bəzi hallarda zərərli nəticələrə yol açа bilər. Hüquqi yanaşmalar süni intellektin səhvlərinə görə məsuliyyətin kimə aid olduğunu müəyyənləşdirməyə yönəlir və bu məsələ cəmiyyətdə ciddi narahatlıqlara səbəb olur.

1. Süni intellektin avtonom qərarları və hüquqi məsuliyyət.Süni intellektin qərar vermə qabiliyyəti, onun avtonom fəaliyyətini mümkün edir. Bu cür sistemlər, məsələn, avtonom nəqliyyat vasitələri və ya tibbi diaqnostika sistemləri kimi tətbiqlərdə geniş istifadə olunur. Lakin bu sistemlərin verdiyi qərarlara görə hüquqi məsuliyyətin kimə aid olması məsələsi hələ də qeyri-müəyyəndir. Süni intelektin verdiyi qərarlar insanların həyatına təsir edə bilər və bəzi hallarda bu qərarların nəticələri təhlükəli ola bilər.

Hüquqi cəhətdən süni intellektin avtonom fəaliyyətinə görə məsuliyyətin kimə aid olduğu hələ də müxtəlif qanunvericiliklərdə müzakirə olunmaqdadır. Bəzi ölkələrdə bu məsuliyyət Süni intelekt proqramçılarına, yaradıcılarına və ya istifadəçilərinə aid edilə bilər. Lakin bu məsuliyyətin aydınlaşdırılması, süni intellektin inkişafı ilə bağlı qanunvericiliyin gücləndirilməsini tələb edir. Məsələn, avtonom nəqliyyat vasitələrinin qəzası zamanı, süni intelekt təhlil etdiyi məlumatlara əsasən verdiyi qərarın hüquqi nəticələri hələ də mübahisəlidir.

2. Süni intellektin hüquqi şəxsiyyəti və məsuliyyət dağılımı. Hüquqi aspektlərdən biri də süni intellektin hüquqi şəxsiyyət məsələsidir. Süni intelekt sistemləri insan kimi hüquqi şəxslər hesab edilmir. Lakin, süni intelekt səhvlərinə görə kim məsuliyyət daşıyır? Bu sual bir çox hüquqşünas tərəfindən müzakirə edilir. Süni intellektin hər hansı bir hüquqi şəxsiyyətə malik olub-olmaması və bu sistemlərin hüquqi cavabdehliyinin necə tənzimlənəcəyi mövzusu hüquq sahəsində mübahisəlidir.

Əgər süni intelekt özbaşına qərarlar qəbul edirsə, bu zaman qərarların məsuliyyəti insanlara yox, süni intelektə verilə bilərmi? Belə bir yanaşma hüquqi sistemlərdə hələ də qəbul edilmir. Əksər ölkələrdə, süni intelekt səhvlərinə görə məsuliyyət daşıyan şəxs insanlar - proqramçılar, Süni intelekt yaradıcıları və ya istifadəçilərdir. Lakin bu yanaşma bəzi hüquqi problemlərə səbəb ola bilər, çünki avtonom sistemlərin qərarlarının və fəaliyyətlərinin tam olaraq izlənilməsi və qiymətləndirilməsi çətin ola bilər.

3. Süni intellektin qanunvericiliklə tənzimlənməsi. Süni intellektin tətbiqi ilə bağlı yaranan etik və hüquqi məsələlərin tənzimlənməsi üçün bir çox ölkələrdə qanunvericilik təşəbbüsləri mövcuddur. Avropa İttifaqı, 2021-ci ildə "Süni İntellektə dair Qanunvericilik Təklifi"ni irəli sürmüşdür. Bu təklif süni intellektin etibarlı və təhlükəsiz şəkildə tətbiq edilməsi üçün hüquqi çərçivə yaratmağa yönəlmişdir. Təklifdə süni intellektin qeyri-etik istifadəsinin qarşısını almaq, məlumatların qorunmasını təmin etmək və süni intellektin təhlükəsizliyini artırmaq məqsədini güdür.

Avropa İttifaqının bu təklifində süni intelekt sistemləri yüksək riskli, orta riskli və aşağı riskli kateqoriyalara bölünür və hər bir kateqoriya üzrə tənzimləmə qaydaları təqdim olunur. Yüksək riskli süni intelekt sistemləri, məsələn, avtonom nəqliyyat vasitələri, səhiyyə sistemləri və ya biometrik məlumatların işlənməsi kimi sahələrdə tətbiq olunan sistemlərdir. Bu cür sistemlər üçün daha sərt tənzimləmələr və monitorinq tələb olunur. Bu qanunvericilik təklifi süni intellektin təhlükəsizliyi və etibarlılığı ilə bağlı hüquqi çərçivənin qurulmasında mühüm bir addımdır.

4. Süni intellekt və insan hüquqları. Süni intellektin tətbiqi insan hüquqlarına birbaşa təsir göstərə bilər. Məsələn, süni intelekt izləmə və müşahidə sistemlərində istifadəsi insanların özəl həyatına müdaxilə edə bilər. Şəxsi məlumatların toplanması, işlənməsi və saxlanması məsələləri də insan hüquqları baxımından önəmlidir. Hüquqi çərçivələr, süni intellektin tətbiqi zamanı şəxsi həyatın gizliliyini qorumaq və insanların özəl məlumatlarının istifadəsinə dair aydın qaydalar qoymalıdır.

Həmçinin, süni intelekt yaratdığı bərabərsizlik və diskriminasiya halları da insan hüquqlarını pozan məsələlərdən biridir. Məsələn, süni intelekt sistemləri təlim verilən məlumatlardan asılı olaraq müəyyən qruplara qarşı diskriminasiyanı əks etdirə bilər. Bu halların qarşısını almaq üçün hüquqi tənzimləmələr daha dəqiq olmalı və süni intellektin qərarlarının bərabərlik və ədalət prinsiplərinə uyğun olmasını təmin etməlidir.

5. Süni intellektin tətbiqi və etibarlılığı: Təşkilati və hüquqi çərçivə. Süni intellektin etibarlılığı və tətbiqi ilə bağlı təşkilati və hüquqi çərçivələrin qurulması vacibdir. Süni intelekt sistemləri, həm texniki, həm də hüquqi aspektlərdən düzgün tənzimlənməlidir. Bu çərçivələr, süni intellektin təhlükəsiz və etik istifadə edilməsini təmin etmək üçün müxtəlif qaydalar və təlimatlar daxil etməlidir. Hüquqi tənzimləmələr, həmçinin, süni intelektin fəaliyyətinin izlənməsi və nəticələrinin qiymətləndirilməsi üçün qaydalar da daxil etməlidir.

NƏTİCƏ

Süni intellektin etik və hüquqi məsələləri ilə bağlı bu araşdırma göstərir ki, süni intellekt sistemlərinin tətbiqi yalnız texnoloji tərəfdən deyil, həm də etik və hüquqi cəhətdən müvafiq qaydalarla tənzimlənməlidir. Şəffaflıq, ədalət, insan hüquqlarının qorunması və təhlükəsizlik kimi prinsiplər süni intellektin tətbiqinin etik çərçivəsini formalaşdırır. Süni intellektin səhvlərinə görə məsuliyyətin düzgün

müəyyənləşdirilməsi və etik standartların tətbiqi, süni intelekt gələcəkdə daha təhlükəsiz və faydalı şəkildə istifadə olunmasına imkan verəcəkdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1.Bryson, J. J., & Winfield, A. F. (2017). The ethics of autonomous systems. Proceedings of the International Conference on Autonomous Systems (ICAS).

2.He, H., & Wu, D. (2020). Machine learning and the ethics of AI decision-making. AI & Society, 35(3), 623-634. https://doi.org/10.1007/s00146-019-00919-w

3.Lin, P., Abney, K., & Bekey, G. A. (2011). Autonomics and ethics: The challenge of artificial intelligence in decision-making. In Ethics and Technology: Ethical Issues in an Age of Information and Communication Technology.

4.European Commission. (2019). Ethics Guidelines for Trustworthy AI. European Commission.

5.Wallach, W., & Allen, C. (2008). Moral machines: Teaching robots right from wrong. Oxford University Press.

A SURVEY OF INTEGRATION OF AMQP AND OPC UA PROTOCOLS FOR INDUSTRIAL IOT AND SMART CITY APPLICATIONS

Zeeshan SHAH

Karabuk University

ORCID NO: 0009-0004-0139-4387

İsa AVCI

Assist. Prof. Dr., Karabuk University

ORCID NO: 0000-0001-7032-8018

ABSTRACT

The integration of Industrial Internet of Things (IIoT) and Smart City applications necessitates effective communication and interoperability among diverse systems. A promising approach to achieving this is the combination of the Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) and Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA). The use of AMQP in IIoT and Smart City systems ensures efficient, reliable, and scalable messaging capabilities, particularly in environments requiring real-time data transmission and high availability. OPC UA, on the other hand, excels in facilitating secure, standardized communication between industrial devices and systems, making it a crucial protocol for industrial automation and smart infrastructure. By combining these protocols, the proposed framework aims to leverage AMQP's robust messaging with OPC UA's rich data modeling and security features to address interoperability challenges across a wide range of applications.This study explores the potential synergies between AMQP and OPC UA, examining their individual advantages and proposing a framework for their integration. The analysis focuses on their relevance to industrial automation, smart infrastructure, and seamless communication between heterogeneous systems. By evaluating the benefits and challenges associated with this combination, the paper offers insights into enhancing system interoperability and provides recommendations for future research avenues in this domain.

Keywords: Smart Cities, Industrial Internet of Things, OPC UA, AMQP

1. INTRODUCTION

Internet of Things (IoT) technology has revolutionized municipal infrastructure management and industrial processes with unceasing and speedy advancement in the Industry 4.0 field. The core of this revolution is seamlessly integrating a continuously increasing number of devices, systems, and platforms [1].

The technology is still in its infancy, and current communication protocols have no way of working together as they function independently [2]. This paper aims to draw a reasonable conclusion on how to reduce these protocol failures while considering the present obstacles and approaches to achieve perfect interoperability.

2. LIMITATION AND CURRENT SOLUTIONS

A. AMQP in IIoT

Albeit being very capable and reliable for message delivery, it often lacks rigid data structures and robust security features necessary for applications of an industrial nature [3]. It may result in difficult data representations and also increasing the risk of cyber-attacks within a complex industrial setup.

B. OPC UA in Smart Cities

On the other hand, OPC UA provides strong data modeling and industrial-grade security features [4]. However, its focus on machine-to-machine communication within a single domain can sometimes limit its effectiveness in the wider Smart City context, where diverse data is exchanged across various platforms and applications.

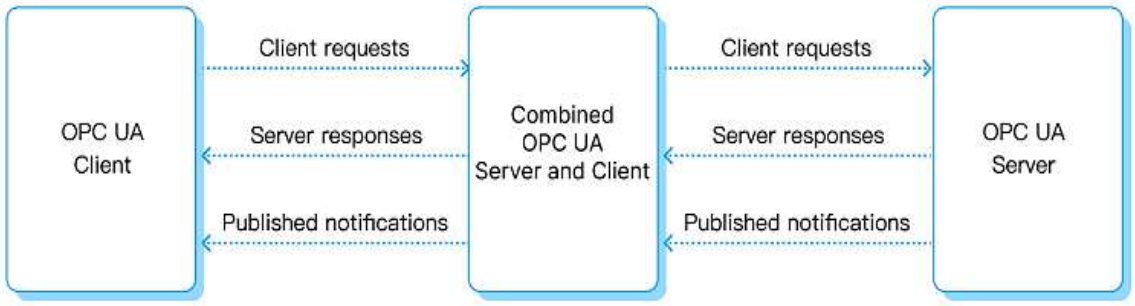


Fig. 1 OPC UA Protocol

C. The Power of Integration

While the above limitations may be overcome, as far as possible, using AMQP and OPC UA together. Reliable, secure messaging capabilities, for safe and efficient communication across an extended network of devices on the IIoT or Smart City landscape, can be enabled by AMQP [5]. On the other hand, advanced capabilities in the areas of real-time monitoring, control, and analytics are possible due to OPC UA's robust data structures and security features, ensuring the clarity and integrity of the sent data [6].

A higher degree of security, scalability, and interoperability is unlocked, for truly intelligent industrial and urban ecosystems, thereby opening up a space in which cities electric networks and traffic will adjust themselves to changing conditions, and factories optimize their production lines based on real-time sensor data [7]. The secret to unlocking such opportunities and having an impact in the development of connected industries and smarter cities in the future is the combination of AMQP and OPC UA.

D. Overview of AMQP and OPC UA

However, most of the time, there are an excessive number of platforms, systems, and devices that fail to connect seamlessly. Meanwhile, currently, those disparate components do not effectively interact with each other [7]. In this part, the capabilities and features of AMQP and OPC UA are examined in detail, along with why their integration is important in realizing the real potential of intelligent urban environments and interconnected industries. The Advanced Message Queuing Protocol is a great tool for enabling dependable, asynchronous communication between several systems (AMQP) [8]. What makes it stand out as a message broker is that it can design a failsafe message queue. In an environment where the data might come from hundreds of sensors spread worldwide and the addition of new devices in the context of IIoT and Smart City applications might result in a very sharp increase in data quantity, scalability becomes essential [9]. The Unified Architecture of Open Platform Communications, which is OPC UA on occasion, helps in the seamless communication across diverse, platform-neutral systems. It provides a platform-agnostic, service-oriented approach to data sharing. OPC UA's strong data model architecture is easy to describe and understand industrial data like sensor readings and control instructions.

Fig. 2 Service-Oriented Approach

It also includes security features that help deter hackers, such as authentication and encryption. On their own, each operation offers its own set of benefits [10]. Because messaging is so stable in this way, it allows the safe transmission of data across a much bigger network. Because both guarantee the correctness and immutability of the data, and by its robust data model architecture and security features, these power up the networked industry of tomorrow and the smart [11].

3. SYNERGIES AND BENEFITS OF INTEGRATION: UNLOCKING THE POWER OF CONNECTED SYSTEMS

The union of OPC UA and AMQP is what really works its magic. For IIoT and Smart City applications, carefully integrating these protocols can truly unleash a communication powerhouse. Notable improvements in system interaction and data sharing include [12].

A. Seamless Communication and Interoperability

Imagine a production floor where all gadgets, no matter the vendor, exchange data seamlessly. Or imagine a Smart City where the flow of traffic on the roads blends nicely with the workings of public safety systems and electrical grids. This is the main goal of the collaboration between AMQP and OPC UA. Each node can, depending on the device or protocol, be guaranteed delivery of messages through the wide network, with sure and validated delivery over AMQP [13]. Consistent data structure and semantic interoperability of OPC UA guarantee that all speakers speak the same [14]. Combining these two methods can enable overcoming barriers to communication and motivate integrated interaction between various subsystems. A unified communication framework can be seen as an application interconnection channel for the integration of Smart Cities and IIoT projects. What AMQP ensures is dependable and scalable network-wide data transfer [15]. Above all, it assures that data interchange and representation are conducted in a single language. This results in less complicated development processes and faster system integration [16].

B. Better Data Transfer

Communication is not the only issue that needs addressing. Instead, the integration of AMQP allows the efficient delivery of just the necessary data on specific topics or content [17]. This ensures customized data transfer and that only the necessary data gets to the proper systems. The strong data modeling of OPC UA ensures that the data being transferred is accurately specified and documented, thus removing uncertainty and assisting users in decision-making.

C. Real-Time Responsiveness

OPC UA and AMQP work in conjunction to support applications within the IIoT and Smart Cities [18]. Sensors are able to produce signals when notable events occur, allowing for prompt reactions and remedial measures[19].

Furthermore, OPC UA has the remote control feature, whereby operators can change the systems or protocols at once based on insights from the data.

D. Security, Scalability, and Reliability

AMQP and OPC UA consider these aspects important. Message delivery is assured by AMQP, even in cases of network outages. OPC UA has strong security mechanisms to ensure data integrity [20]. With AMQP and OPC UA together, they provide a communication infrastructure which is fail-safe, dependable, and large enough to satisfy even the needs of complicated IIoT and Smart City implementations.

Table 1. Benefits and Examples of AMQP and OPC

Benefits	Description	Example	Integration Aspects
Seamless Communication and Interoperability	AMQP facilitates reliable message delivery across diverse devices, while OPC UA ensures standardized data models and semantic interoperability, fostering seamless interaction.	A factory floor where machines of different manufacturers seamlessly exchange data [21].	Reliable message delivery, standardized data models, semantic interoperability
Unified Communication Framework	The integration creates a unified framework for data exchange, with AMQP handling transport and OPC UA defining common data representation, simplifying integration and reducing complexity.	A Smart City where traffic sensors, energy grids, and public safety systems all communicate effortlessly.	Unified data exchange framework, transport handling, common data representation
Enhanced Data Exchange	AMQP's features like message routing combined with OPC UA's robust data modeling enable efficient and accurate data exchange, facilitating targeted information distribution.	Efficient data exchange based on specific topics or content, ensuring only relevant information reaches the appropriate systems.	Message routing, data modeling, targeted information distribution
Event Notification and Remote Control	Real-time event notification and remote-control functionalities are facilitated by the combined power of AMQP and OPC UA, enabling immediate response to critical events.	Sensors triggering messages upon detecting critical events, enabling immediate response and corrective actions.	Real-time event notification, remote control functionalities
Reliability, Security, and Scalability	Both protocols prioritize reliability, security, and scalability, ensuring a robust communication backbone for complex IIoT and Smart City deployments.	AMQP ensures reliable message delivery, even in case of network disruptions, while OPC UA safeguards data integrity with robust security features.	Reliable message delivery, data integrity, robust security features

The new era of communication for networked businesses and intelligent urban environments is unearthed by the convergence of AMQP with OPC UA [22]. This powerful alliance not only enables efficient and smooth communication, quick and efficient data exchange, and quick reaction but is based on a base for commonality that is laid for future intelligent automation, optimizing resources, and enhanced decision-making.

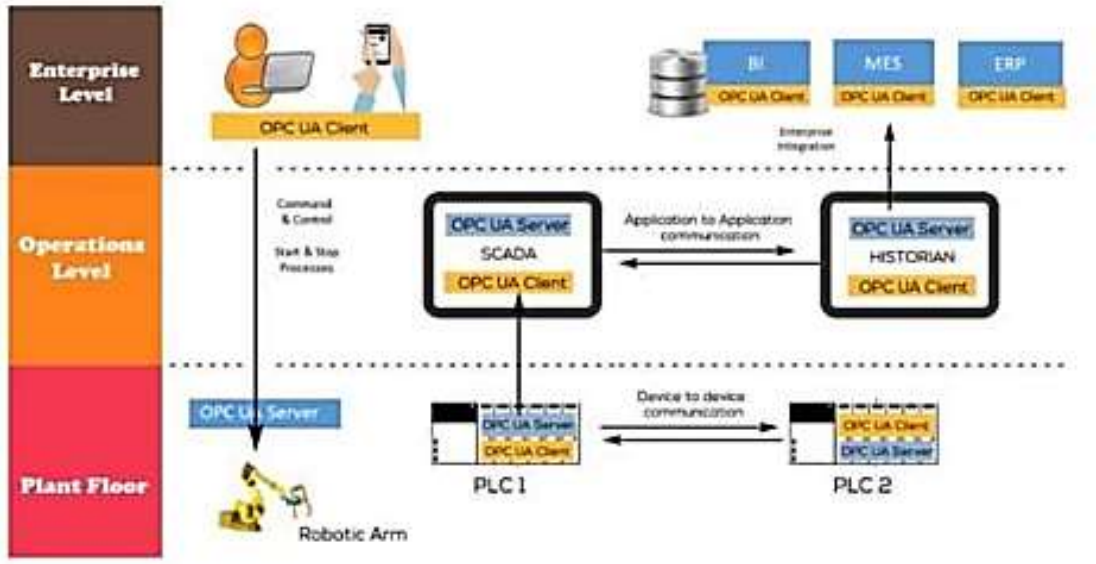


Fig. 3 Simplified IT Integration

E. Integration Framework

Given that we are considering concepts in terms of the message-oriented middleware (MOM) and service-oriented architecture (SOA), in this regard, our proposed framework combining AMQP and OPC UA is such that the unique characteristics and capabilities of each protocol are balanced between them [23]. It is made of a number of important components, each of which is crucial in guaranteeing smooth communication and interoperability between diverse systems.

It is in charge of creating a communication channel between AMQP and OPC UA through protocol mediation, which is the core component of integration architecture [24]. Thanks to this component, communication between systems that use different protocols will be consistent and compatible in the standardization of data.

F. Data Mapping

This component supervises the standardization and transformation of formats for the data structure formats OPC UA and AMQP [25]. It defines mappings and conversion rules, therefore guaranteeing a globalized data model and a coherent semantics and interoperability framework for the integrated environment. It also simplifies the interoperable data transfer between applications, workflows, and business processes.

G. Security Integration

Security is a very important issue in industrial and smart city applications; security is necessary in any integration project [25]. Application authentication, encryption, access control, and threat detection are the core functionalities that are covered under the security integration component, safeguarding the communication channels and preventing unauthorized access, data leakage, and cyber-attacks.

H. Application Orchestration

Its components are essential for the observation and organization of workflows and interactions inside the interconnected systems, making sure they are in accordance with organizational objectives and operational efficiency standards [26]. This framework is very flexible towards evolving technological contexts and various deployment scenarios. It makes use of open standards and modular design concepts

that will facilitate easy integration with current devices, applications, and infrastructure [27]. The framework further offers reference architectures, best practices, and substantial recommendations for easy, productive implementation and deployment of integration solutions in real-world environments.

Organizations will fully leverage AMQP and OPC UA protocols to reap the benefits of increased interoperability, scalability, efficiency, and reliability in industrial IoT and smart city applications when they integrate our integration framework [28]. Additionally, the framework will establish the foundation for next IoT developments and breakthroughs, empowering organizations to grow in a world that is more dynamic and connected.

4. CHALLENGES AND CONSIDERATIONS

What makes AMQP and OPC UA rather difficult to integrate in such a way that their strengths support strong, dependable messaging and safe, effective communication in industrial settings is some set of difficulties and considerations [28]. With careful handling of these difficulties and thorough analysis of their underlying factors, successful integration initiatives can be accomplished.

A. Protocol Mismatches

On the one hand, the designed aspect, messaging patterns, and communication models between AMQP and OPC UA are fundamentally different. AMQP in essence stands for model-oriented messaging middleware and feels very good toward asynchronous communications and loose coupling [28]. On the other hand, the scope of OPC UA is to provide a strong framework with stateful interactions and complex data models, modeling real-time data exchange and device control. Understanding the features and limitations of each protocol, as well as the creating of a mediation layer able to translate between the many communication paradigms, can bridge these protocol mismatches.

B. Data Transformation

Another major issue is data conversion and mapping of data models and structures between the two protocols. This includes the mapping of the semantic meaning of the information being sent and the mapping of data types in a syntactical way [29]. Advanced mapping tools and conversion rules to ensure that the context and integrity of the data are maintained in a way that ensures that it remains meaningful and useful across platforms are very necessary.

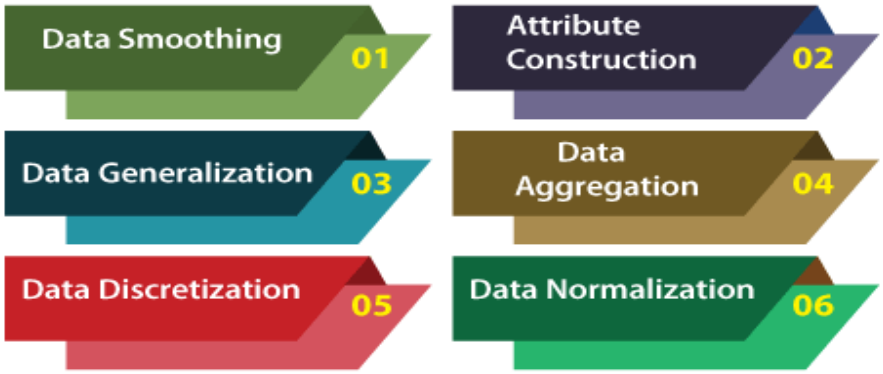


Fig. 4 Data Transformation Techniques

C. Interoperability Testing

While their integration is known from a theoretical standpoint, a rigorous and thorough test in real scenarios, more so at the edge cases, to ensure interoperability across a variety of systems that could be involved in the integration of AMQP and OPC UA [29]. This requires very close examination of the integrity of data, operational uniformity, as well as the pertinent communication streams under varying workload conditions. Thus, interoperability testing must be perfect and done at the expense of time to

identify and solve the problems caused by incompatibilities; therefore, this calls for a rigorous, special methodology.

D. Security

Contraction between AMQP and OPC UA leads to security issues because the systems and data being used do have significant ramifications. The inherent security features and flaws in each protocol can cause additional security concerns when coupled [30]. They are talking about data encryption across all communication levels, many attack vectors targeting integration points, and keeping uniform authentication and authorization protocols. The solution to this problem will be a strong security plan that addresses both the underlying protocols and the integration layer.

Therefore, such problems can be rectified with careful planning, standardization of interfaces and protocols, and increased communication among the inter-partnership [30]. It highlights that the robust integration architecture needs to be adaptable to shifting demands without compromising the dependability, efficiency, or security of the integration system.

E. Potential Directions

Future research directions might be sophisticated integration methods, such as protocol bridging, federated identity management, and semantic interoperability [30]. Adoption and standardization may also be supported through reference architectures, interoperability profiles, and certification programs. Another plane includes thinking over how integrating AMQP-OPC UA will be affected by newer technologies such as edge computing, blockchain, and artificial intelligence.

5. CONCLUSION

The integration of AMQP and OPC UA offers a promising pathway to enhance communication and interoperability within IIoT and Smart City ecosystems. By merging the strengths of both protocols, a unified approach can be established, enabling smoother data exchange, efficient control mechanisms, and more advanced analytics across various sectors. This collaborative approach can serve as a cornerstone for developing universal standards that bridge disparate systems and technologies in the future. Combining AMQP's messaging capabilities with OPC UA's industrial focus presents a unique opportunity to address the challenges of connectivity and data consistency in IIoT and Smart City applications. This dual-protocol framework holds the potential to optimize system performance, reduce integration complexity, and foster a more cohesive and adaptable environment for interconnected systems, accelerating the development of intelligent infrastructures. The successful fusion of AMQP and OPC UA protocols could pave the way for creating a seamless, interoperable environment for diverse IIoT and Smart City technologies. As the demand for interconnected systems grows, adopting such an integrated approach will be crucial in ensuring that these applications can scale effectively while maintaining security, reliability, and data integrity across multiple domains. The combination of AMQP and OPC UA provides an innovative solution to the interoperability challenges faced by modern IoT and Smart City applications. By harmonizing these two protocols, it is possible to create an ecosystem where communication between different systems is more streamlined and efficient, laying the groundwork for future advancements in industrial automation, urban management, and beyond. To fully realize the potential of AMQP and OPC UA integration, collaboration between academia, industry, and standards organizations is essential. This collective effort will be key to developing best practices, standardizing protocols, and fostering innovation in IoT and Smart City applications, ultimately advancing the growth and scalability of connected infrastructures.

REFERENCES

[1] Lee, C., Kim, N. and Hong, S., 2021. Toward industrial IoT: Integrated architecture of an OPC UA synergy platform. IEEE Access, 9, pp.164720-164731.

[2] Sharma, R. and Villányi, B., 2021, November. Insights from a high-performance Open-Communication Framework for advanced industrial networks. In 2021 IEEE 21st International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI) (pp. 000253-000258). IEEE.

[3] Kantanavar, P. and Rajendran, S., 2023. Industrial Internet of Things: Architecture and Its Applications. Internet of Things: Applications for Sustainable Development, p.237.

[4] Deveci, B.U., Bas, H., Ummak, E., Albayrak, O. and Unal, P., 2022, August. A Thorough Analysis and Comparison of Data Communication Protocols Used in Industry 4.0: The Case of Smart-CNC. In 2022 9th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud) (pp. 199-206). IEEE.

[5] Kanellopoulos, D., Sharma, V.K., Panagiotakopoulos, T. and Kameas, A., 2023. Networking Architectures and Protocols for IoT Applications in Smart Cities: Recent Developments and Perspectives. Electronics, 12(11), p.2490.

[6] Amjad, A., Azam, F., Anwar, M.W. and Butt, W.H., 2021. A systematic review on the data interoperability of application layer protocols in industrial IoT. Ieee Access, 9, pp.96528-96545.

[7] Sim, W., Song, B., Shin, J. and Kim, T., 2021. Data Distribution Service Converter Based on the Open Platform Communications Unified Architecture Publish–Subscribe Protocol. Electronics, 10(20), p.2524.

[8] Ali, J., Zafar, M.H., Hewage, C., Hassan, S.R. and Asif, R., 2023. The Advents of Ubiquitous Computing in the Development of Smart Cities—A Review on the Internet of Things (IoT). Electronics, 12(4), p.1032.

[9] Jaloudi, S., 2019. Communication protocols of an industrial internet of things environment: A comparative study. Future Internet, 11(3), p.66.

[10] Singh, R., Angmo, R., Jha, V., Singh, P., Singh, V.P. and Aggarwal, N., 2021, December. Internet of Things (IoT) protocols, communication technologies, and services in industry. In 2021 3rd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICAC3N) (pp. 1407-1413). IEEE.

[11] Gedam, R. and Rahamatkar, S., 2022. A Systematic Study of Security of Industrial IoT. Cyber-Physical Systems: Foundations and Techniques, pp.229-255.

[12] Babayigit, B. and Abubaker, M., 2023. Industrial Internet of Things: A Review of Improvements Over Traditional SCADA Systems for Industrial Automation. IEEE Systems Journal.

[13] Vimos, V. and Cabrera, E.J.S., 2018. Results of the implementation of a sensor network based on Arduino devices and multiplatform applications using the standard OPC UA. IEEE Latin America Transactions, 16(9), pp.2496-2502.

[14] Sultanow, E. and Chircu, A., 2019. A review of IoT technologies, standards, tools, frameworks and platforms. The Internet of Things in the Industrial Sector: Security and Device Connectivity, Smart Environments, and Industry 4.0, pp.3-34.

[15] Beňo, L., Pribiš, R. and Leskovský, R., 2019. Processing data from OPC UA server by using Edge and Cloud computing. IFAC-PapersOnLine, 52(27), pp.240-245.

[16] Cavalieri, S., Salafia, M.G. and Scroppo, M.S., 2019. Integrating OPC UA with web technologies to enhance interoperability. Computer Standards & Interfaces, 61, pp.45-64.

[17] Kosenko, E., 2018. Industrial IoT development for condition monitoring purposes.

[18] Braun, S., 2023. Multi-agent systems to control, simulate, and optimize resilient smart factories (Doctoral dissertation, RMIT University).

[19] Tightiz, L. and Yang, H., 2020. A comprehensive review on IoT protocols' features in smart grid communication. Energies, 13(11), p.2762.

[20] Ioana, A. and Korodi, A., 2020. OPC UA publish-subscribe and VSOME/IP notify-subscribe based gateway application in the context of car to infrastructure communication. Sensors, 20(16), p.4624.

[21] Sofia, R.C., 2018. An Overview on the Evolution of IoT Communication Approaches.

[22] Iqbal, F., Gohar, M., Karamti, H., Karamti, W., Koh, S.J. and Choi, J.G., 2023. Use of QUIC for AMQP in IoT networks. Computer Networks, 225, p.109640.

[23] Ioana, A. and Korodi, A., 2020. OPC UA publish-subscribe and VSOME/IP notify-subscribe based gateway application in the context of car to infrastructure communication. Sensors, 20(16), p.4624.

[24] Al-Masri, E., Kalyanam, K.R., Batts, J., Kim, J., Singh, S., Vo, T. and Yan, C., 2020. Investigating messaging protocols for the Internet of Things (IoT). IEEE Access, 8, pp.94880-94911.

[25] Ferrari, P., Flammini, A., Sisinni, E., Rinaldi, S., Brandão, D. and Rocha, M.S., 2018. Delay estimation of industrial IoT applications based on messaging protocols. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 67(9), pp.2188-2199.

[26] Isah, A., Shin, H., Aliyu, I., Oh, S., Lee, S., Park, J., Hahn, M. and Kim, J., 2023. A Data-Driven Digital Twin Network Architecture in the Industrial Internet of Things (IIoT) Applications. arXiv preprint arXiv:2312.14930.

[27] Iqbal, F., Gohar, M., Alquhayz, H., Koh, S.J. and Choi, J.G., 2023. Performance evaluation of AMQP over QUIC in the internet-of-thing networks. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 35(4), pp.1-9.

[28] Chowdhury, A. and A Raut, S., 2019. Benefits, challenges, and opportunities in adoption of industrial IoT. International Journal of Computational Intelligence & IoT, 2(4).

[29] Krutwig, M.C., 2019. Suitability of OPC UA for distributed energy monitoring. In Proceedings of the International Conference on Business Excellence (Vol. 13, No. 1, pp. 399-410).

[30] Saranya, V., Carmel Mary Belinda, M.J. and Kanagachidambaresan, G.R., 2020. An evolution of innovations protocols and recent technology in industrial IoT. Internet of Things for Industry 4.0: Design, Challenges and Solutions, pp.161-175.

CİLT KANSERİNİ HİBRİT ÖĞRENME İLE TAHMİN EDİLMESİ İÇİN MOBİL UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

Yahya ZAKRYA KHAN

Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Karabük Üniversitesi

ORCID NO: 0009-0006-7591-4247

İsa AVCI

Dr. Öğr. Üyesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Karabük Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0001-7032-8018

ÖZET

Cilt kanseri, dünya genelinde yaygın olarak görülen ve erken teşhis edilmediğinde ölümcül sonuçlara yol açabilen önemli bir sağlık sorunudur. Bu çalışmada, cilt kanseri teşhisinde hibrit öğrenme tabanlı bir yaklaşım geliştirilmiş ve bu model mobil uygulamaya entegre edilmiştir. HAM10000 veri seti, yedi farklı cilt lezyonu türüne ait yüksek çözünürlüklü dermatoskopik görüntülerden oluşmaktadır. Veri setindeki dengesizlik RandomOverSampler tekniğiyle giderilmiş, veri ön işleme ve veri artırma süreçleriyle modelin doğruluğu artırılmıştır. Derin öğrenme mimarileri arasında Geleneksel Evrişimsel Sinir Ağı (CNN), ResNet152V2, ResNet101, ResNet50 ve MobileNetV2 modelleri karşılaştırılmış ve bu modellerden çıkarılan derin özellikler, Destek Vektör Makineleri (SVM), Rastgele Orman (Random Forest) ve XGBoost gibi geleneksel makine öğrenme algoritmalarına giriş verisi olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, hibrit öğrenme yöntemlerinin cilt kanseri teşhisindeki doğruluğu artırdığını göstermiştir. Özellikle ResNet101 ve Rastgele Orman kombinasyonu %99,94 doğruluk oranıyla en iyi performansı sergilemiştir. Mobil uygulama, kullanıcıların cilt lezyonlarını analiz edilmesine olanak sağlarken, geliştirilen hibrit modelin, mobil cihazlarda optimize edilmesi, erken teşhis sürecine pratik bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Cilt Kanseri Tespiti, Hibrit Öğrenme Teknikleri, Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), Makine Öğrenme Algoritmaları, Mobil Uygulama.

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR SKIN CANCER PREDICTION USING HYBRID LEARNING

ABSTRACT

Skin cancer represents a significant global health concern, often with potentially fatal consequence is not diagnosed in a timely manner. In this study, a hybrid learning-based approach was developed for skin cancer diagnosis and integrated into a mobile application. The HAM10000 dataset, comprising high-resolution dermoscopic images of seven distinct skin lesion types, was employed as the training dataset. Addressing the data imbalance present in the dataset was achieved through the implementation of the RandomOverSampler technique, while the integration of data preprocessing and augmentation processes enhanced the model's accuracy. A comparison was made between various deep learning architectures, namely the Convolutional Neural Network (CNN), ResNet152V2, ResNet101, ResNet50, and MobileNetV2 models. The deep features that were extracted from these models were then used as input for a range of traditional machine learning algorithms, including Support Vector Machines (SVM), Random Forest, XGBoost. The experimental findings demonstrated that the integration of hybrid learning methodologies enhances the accuracy of skin cancer diagnosis. Specifically, the combination of ResNet101 and Random Forest demonstrated optimal performans, attaining a 99.94% accuracy rate. The mobile application facilitates the analysis of skin lesions, thereby providing a pragmatic solution

for the early diagnosis of skin cancer through the utilisation of optimised hybrid models on mobile devices.

Keywords: Skin Cancer Detection, Hybrid Learning Techniques, Convolutional Neural Network (CNN), Machine Learning Algorithms, Mobile Application.

1.GİRİŞ

Cilt kanseri, dünya genelinde en yaygın görülen kanser türlerinden biridir. Erken teşhis, tedavi başarısını önemli ölçüde artırmaktadır. Yapay zekâ ve derin öğrenme teknikleri, tıbbi görüntüleme sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu çalışmada da hibrit öğrenme yöntemleri kullanılarak cilt kanseri teşhis sürecini optimize etmek amaçlanmıştır. Melanom olarak adlandırılan cilt (deri) kanseri, genel olarak cildin güneşe yoğun maruz kalması sonucu cildin en dış tabakası olan epidermistik anormal hücrelerin, onarılmamış DNA hasarından kaynaklanan anormal, kontrolsüz ve düzensiz büyümesidir. Yaşanan bu durum sonrası oluşan büyüme cilt hücrelerinin hızla çoğalmasına ve kötü huylu tümörler oluşturmasına sebebiyet verir **[1]. K**ötü huylu (malign) lezyonlar ve iyi huylu (benign) benler arasındaki yapısal benzerlikler, doğru sınıflandırmayı zorlaştıran önemli bir faktördür. Özellikle, her iki türün de küçük çaplı olması nedeniyle standart kameralarla elde edilen görüntüler yeterince net olmayabilir. Melanom ve nevüs gibi melanotik türlerin benzer göstermesi, bu iki yapının ayrımını daha da güçleştirmektedir **[2]**. Çoğu insanlar düzenli olarak dermatologlarını ziyaret etmemektedir ve bu yüzden ölümcül, geç teşhis ile karşı karşıya kalmaktadırlar.

Dolaysıyla, bu tür vakalar için kolay bir alternatif çözüm sunulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Cilt kanserlerinin tespitinde kolay ve alternatif çözümler sunulmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Günümüzde bireyler için en yaygın kullanılan dijital teknolojilerden biri akıllı telefonlardır. Akıllı telefonların gelişmiş görüntüleme özellikleri, dermatologlar, sağlık çalışanları ve hastalar arasında deri lezyonlarındaki değişimler hakkında bilgi paylaşımını kolaylaştırarak, erken teşhis sürecine katkı sağlayabilir **[3]**. Bu çalışmada, hibrit öğrenme modelleri kullanılarak cilt kanseri teşhisi için gelişmiş bir sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Mobil cihazlarda hesaplama gücü ve bellek kullanımı göz önünde bulundurularak, en yüksek doğruluk oranına sahip hibrit öğrenme modeli seçilmiş ve optimize edilerek mobil uygulamaya entegre edilmiştir. Hibrit öğrenme modelleri yalnızca mobil uygulamalarla sınırlı kalmayıp, farklı sağlık teknolojilerine entegre edilerek daha geniş bir kullanım alanına sahip olabilir. Özellikle, taşınabilir tıbbi cihazlar, yapay zekâ destekli tele-tıp sistemleri ve hastane otomasyon sistemleri gibi alanlarda modelin entegrasyonu, teşhis süreçlerini hızlandırabilir ve doğruluğunu artırabilir. Örneğin, yapay zekâ destekli dermatoskoplar, doktorlara gerçek zamanlı analizler sunarak hızlı ve güvenilir teşhisler yapmalarına yardımcı olabilir. Bu çalışmanın temel amacı, cilt kanseri teşhisi için hibrit öğrenme tabanlı bir mobil uygulama geliştirmektir. Bu bağlamda, geliştirilen modelin yalnızca bireysel kullanım için değil, aynı zamanda tıbbi teşhis süreçlerine entegre edilerek sağlık profesyonellerine de destek sağlaması hedeflenmektedir.

1.1. Tıbbi Bilgiler

Çeşitli cilt kanseri türleri bulunmaktadır. Bu bölümde, en önemli cilt kanseri türlerini tanıtarak tıbbi bilgiler sunuyoruz.

1.1.1. Bazal Hücreli Karsinom (BCC)

Bazal hücreli karsinom (BCC), cilt kanseri türlerinden biridir ve ciltte yeni hücrelerin üretilmesini sağlayan bazal hücrelerde başlar. Genellikle güneşe maruz kalan bölgelerde, özellikle baş ve boyunda görülür. BCC genellikle cilt üzerinde hafif şeffaf bir yumru şeklinde ortaya çıkar, ancak farklı görünümler de alabilir. Çoğu BCC vakasının uzun süre güneşin ultraviyole (UV) ışınlarına maruz kalmaktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Güneşten korunmak ve düzenli güneş kremi kullanmak, BCC riskini azaltmada önemli bir rol oynayabilir. BCC, genellikle iyileşmeyen bir yara veya ciltte fark edilen bir değişiklik olarak kendini gösterir. Açık tenlilerde inci beyazı veya pembe renkte, koyu tenlilerde ise kahverengi ya da parlak siyah renkte olabilir. Küçük damarlar görülebilir ve zamanla kanayıp kabuklanabilir.

1.1.2. Benign Keratoz Lezyonları (BKL)

Benign keratoz lezyonları (BKL), iyi huylu tümörler arasında yaygındır ve genellikle orta yaşlı ve yaşlı bireylerde görülür.

Seboreik hiperkeratoz olarak da bilinir ve cildin en dış tabakasında keratin birikmesiyle oluşur. Bazen cilt kanserine benzer bir görünüm gösterebilir.

1.1.3. Dermatofibroma (DF)

Dermatofibroma (DF), cildin derin katmanlarında oluşan iyi huylu bir lezyondur ve cilt kanserine dönüşme riski yoktur. Genellikle bacak bölgelerinde ve kadınlarda üst kollarda görülür. Küçük, simetrik, pürüzsüz ve kabarık bir nodül şeklindedir. Açık tenlilerde pembe veya ten rengi, koyu tenlilerde kahverengi ya da siyah renkte olabilir.

1.1.4. Melanositik Nevüs (NV)

Melanositik nevüs (NV), yaygın olarak ben olarak bilinen bu lezyonlar, ciltte melanin üreten hücrelerin kümelenmesiyle oluşur. Çoğu zararsızdır, ancak çok sayıda beni olan kişilerde melanom riski artabilir. Nevüsler konjenital (doğuştan) ve edinilmiş nevüsler olarak ikiye ayrılır. Açık tenlilerde daha fazla görülür ve güneşe maruz kalma ile sayıları artabilir.

1.1.5. Vasküler Lezyonlar (VASC)

Vasküler lezyonları (VASC), kan damarlarının anormal gelişimi veya genişlemesi sonucu oluşan cilt lezyonlarıdır. Genellikle kırmızı, mor veya mavi renkte görülür. Çoğu durumda zararsızdır ancak bazıları büyüyebilir veya hassasiyete neden olabilir.

1.1.6. Melanoma (MEL)

Melanoma (MEL), cilt kanserinin en tehlikeli türüdür ve erken teşhis edilmezse lenf düğümleri ve diğer organlara yayılabilir. Melanom, yeni bir lezyon olarak veya mevcut bir benin renk, şekil ve boyut değiştirmesiyle ortaya çıkabilir. ABCDE kuralı (Asimetri, düzensiz kenarlar, farklı renk tonları, 6 mm'den büyük çap, zamanla değişim) ile belirtileri anlaşılabilir. Açık tenlilerde daha belirgin olup, koyu tenlilerde fark edilmesi zor olabilir. En büyük risk faktörü uzun süre UV ışınlarına maruz kalmaktır.

1.1.7. Aktinik Keratoz ve İntraepitelyal Karsinom (AKIEC)

Aktinik Keratoz ve İntraepitelyal Karsinom (AKIEC)**,** uzun süre güneş ışığına maruz kalma sonucu oluşan kanser öncüsü lezyonlardır. Zamanla skuamöz hücreli karsinoma (SCC) dönüşme riski taşır. Genellikle pullu, kabuklu veya pürüzlü yüzeye sahip olup kırmızı, pembe veya kahverengimsi renkte olabilir. Kaşıntı, hassasiyet veya kanama yapabilir. Açık tenliler, yaşlılar ve bağışıklık sistemi zayıf kişiler daha yüksek risk altındadır.

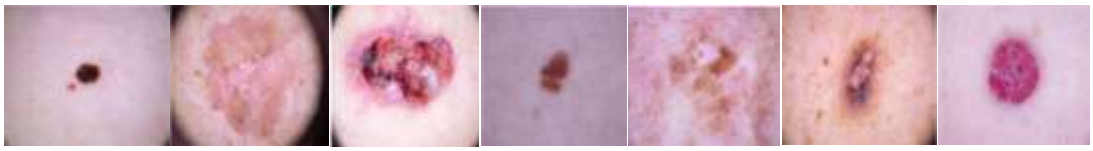
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Cilt kanseri teşhisini desteklemek amacıyla ISIC (International Skin Imaging Collaboration) platformunda yayımlanan HAM10000 veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, yedi farklı cilt lezyonu türüne ait toplam 10015 dermatoskopik görüntü içermektedir. Farklı kaynaklardan ve çeşitli cilt tiplerinden toplanan bu görseller, daha kapsamlı bir veri seti oluşturmak için bir araya getirilmiştir. HAM10000 veri seti, hem iyi huylu (benign) hem de kötü huylu (malign) cilt lezyonlarını içeren yüksek çözünürlüklü dermatoskopik görüntülerden oluşmaktadır. Bu veri setinde, melanom (MEL), bazal hücreli karsinom (BCC), aktinik keratoz (AKIEC), melanositik nevüs (NV), benign keratoz lezyonları (BKL), dermatofibroma (DF) ve vasküler lezyonları (VASC) olmak üzere toplam yedi farklı cilt lezyonu türü bulunmaktadır. Tüm görseller, uzman dermatologlar tarafından büyük bir titizlikle etiketlenmiş ve her birine doğru lezyon türü atanmıştır [4].

Tablo 1. HAM10000 veri seti içerisindeki hastalık türleri ve dağılımı

Cilt Kanseri Türü	Kötü Huylu (Malign) / İyi Huylu (Benign)	Örnek Sayısı
Melanoma (MEL)	Malign	1113
Aktinik Keratoz (AKIEC)	Malign	327
Bazal Hücreli Karsinom (BCC)	Malign	514
Melanositik Nevüs (NV)	Benign	6705
Benign Keratoz Lezyonları (BKL)	Benign	1099
Dermatofibroma (DF)	Benign	115
Vasküler Lezyonlar (VASC)	Benign	142



(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

Şekil 1. (a) MEL, (b) AKIEC, (c) BCC, (d) NV, (e) BKL, (f) DF ve (g) VASC cilt kanser türlerinin görüntüleri.

2.2. Veri Ön İşleme

Veri analizi süreçlerinde veri ön işleme model başarımı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Veri ön işleme, hatalı, eksik veya tutarsız verilerin temizlenmesi, dönüştürülmesi ve boyutunun azaltılması için uygulanan temel bir adımdır. Veri ön işleme teknikleri, üç ana başlık altında sınıflandırılmıştır: Veri temizleme, veri dönüştürme ve veri azaltma. Veri temizleme sürecinde, gürültü filtreleme ve eksik değer tamamlama yöntemleri ele alınmıştır. Veri dönüştürme aşamasında, verileri daha homojen hale getirmek amacıyla normalize etme ve veri toplama teknikleri kullanılmaktadır. Veri azaltma ise, büyük veri setlerindeki gereksiz özelliklerin ve örneklerin çıkarılmasıyla analiz performansını artırmayı hedeflemektedir. Bu süreçte, özellik seçimi ve normalizasyon gibi yaygın veri ön işleme teknikleri uygulanmış ve bu işlemlerin model doğruluğunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir **[5]**.

2.2.1. Veri Artırma

Dengesiz veri seti, hibrit öğrenme ve derin öğrenme modellerinin başarısını etkileyen önemli bir faktördür. Bu çalışmada veri setinin dengesizliği RandomOverSampler tekniği kullanılarak veri setindeki dengesizlik giderilmiştir. RandomOverSampler sınıfı, sınıflar arasındaki dengeyi sağlamak için azınlık sınıfındaki örnekleri çoğaltır. Yani, azınlık sınıfındaki örneklerden rastgele kopyalar oluşturur ve bu sayede dengesiz sınıf dağılımını eşitlemeye çalışır **[6]**.

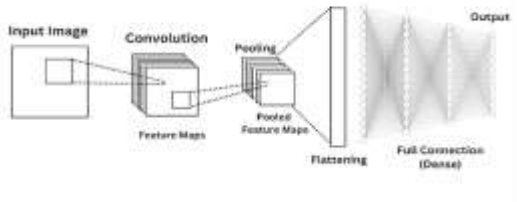
2.3. Derin Öğrenme

Derin öğrenme, insan beyninin öğrenme biçiminden ilham alan bir makine öğrenmesi alt dalıdır. Derin öğrenme, doğrusal regresyon ve aktivasyon fonksiyonlarının birleşimiyle çalışan çok katmanlı sınıflandırıcılar temelinde şekillenmektedir. Geleneksel istatistiksel öğrenme yöntemlerinden farklı olarak, derin öğrenme çok katmanlı yapay sinir ağları (Deep Neaural Network, DNN) kullanarak

karmaşık veri yapılarındaki doğrusal olamayan ilişkileri öğrenir ve anlamlandırır. Bu yapısal karmaşıklık, derin öğrenmenin doğrusal olmayan ilişkileri anlamasını kolaylaştırır ve konuşma işleme, bilgisayarlı görü, tıbbi teşhis gibi birçok karmaşık alanda üstün performans göstermesini sağlamaktadır **[7]**. Bu çalışmada, kullanılan derin öğrenme mimarileri aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Evrişimsel sinir ağları (CNN)

Evrişimsel sinir ağlarının (CNN), özellikle görüntü verileri ile çalışmada güçlü bir performans sergileyen bir yapay sinir ağı türüdür. CNN'ler, görsel verilerdeki detaylı özellikleri öğrenme kabiliyetine sahip oldukları için, nesne tanıma, görüntü sınıflandırma gibi görevlerde yüksek doğruluk oranlarına ulaşmaktadır. Evrişimsel sinir ağları (CNN), katmanlar halinde düzenlenmiş filtrelerle görüntülerin özelliklerini çıkarır, bu sayede derin öğrenme modellerinin karmaşık görsel desenleri ve yapıları algılamasına olanak tanımaktadır **[8]**. **Şekil 2**'de evrişimsel sinir ağları (CNN) mimarisi gösterilmektedir. Evrişim katmanları, havuzlama katmanları ve tamamen bağlantılı katmanlar olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Evrişim katmanında, giriş görüntüsü belirli filtreden geçirilerek çeşitli özellik haritaları oluşturulmuştur. Bu sayede, görüntüdeki kenarlar, dokular ve diğer önemli öz nitelikler belirgin hale getirilmiştir. Oluşturulan bu özellik haritaları, havuzlama katmanından işlenerek boyutları küçültülmüştür. Havuzlama işlemi, gereksiz bilgilerin elenmesine yardımcı olurken, modelin öğrenme sürecini hızlandırmış ve hesaplama maliyetini düşürmüştür. Maksimum havuzlama, ortalama havuzlama ve genel havuzlama gibi farklı yöntemlerle bu işlem gerçekleştirilebilmektedir. Evrişim ve havuzlama katmanlarından elde edilen veriler çok boyutlu bir matris formundadır. Bu nedenle, tamamen bağlantılı katmana aktarılmadan önce düzleştirme işlemi uygulanarak veriler tek boyutlu bir vektöre dönüştürülmüştür. Son aşamada, tamamen bağlantılı katman sayesinde derin sinir ağı eğitilmiş ve sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır. Bu yöntemle, giriş görüntülerinin doğru sınıflara atanması sağlanmıştır.



Şekil 2 Evrişimsel Sinir Ağı (CNN) Mimarisi

2.3.2. ResNet (Residual Network)

ResNet (Residual Network), derin sinir ağlarının derinleştikçe karşılaştığı gradyan kaybolması (vanishing gradient) ve gradyan patlaması (exploding gradient) gibi sorunları çözmek için geliştirilmiş bir mimari olarak tanımlanmıştr. Geleneksel evrişimsel sinir ağlarında katman sayısının artmasıyla birlikte modelin öğrenme kapasitesi azalabilir ve eğitim süreci zorlaşabilir. ResNet, bu problemi residual bağlantılar (shortcut connection) kullanarak aşmayı hedeflemektedir. Residual bloklar, önceki katmandan gelen bilgileri doğrudan sonraki katmana aktarılarak, bilgi kaybını önler ve modelin derin yapıları içerisinde bile kararlı bir şekilde öğrenmesini sağlar.

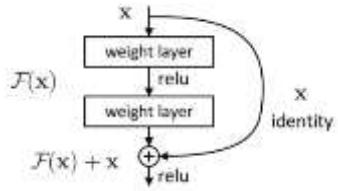
Bu yapı, derinleştikçe öğrenilen özelliklerin daha detaylı hale gelmesine ve sınıflandırma başarımını artırmasına olanak tanır. ResNet mimarisi, 18, 34, 50, 101 ve 152 katmanlı farklı versiyonlara sahiptir. Modelin derinliği arttıkça, daha karmaşık özellikler öğrenilmekte ve doğruluk oranları artmaktadır.

ResNet mimarisinin temel çalışma prensibi aşağıdaki formüle dayanmaktadır:

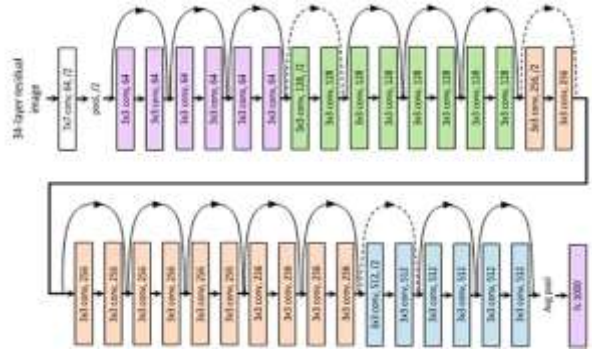
$$H(x) = F(x) + x$$

Bu formülde $F(x)$, giriş verilerinden çıkarılan özellikleri ifade ederken, x ise önceki katmandan gelen orijinal bilgiyi temsil etmektedir. Bu iki bilgi, sonraki katmanda birleştirilerek modelin öğrenme kapasitesi artırılır ve parametre güncellemeleri daha stabil hale gelir. ResNet mimarisi, evrişimsel sinir ağı (CNN) tabanlıdır ve bu residual yapılar sayesinde derin öğrenme modellerinin daha verimli

eğitilmesini ve daha yüksek doğruluk oranlarına ulaşmasını sağlamaktadır **[9]**. **Şekil 3**'te ResNet'in temel yapısı ve **şekil 4**'te ResNet'in mimarisi gösterilmektedir.



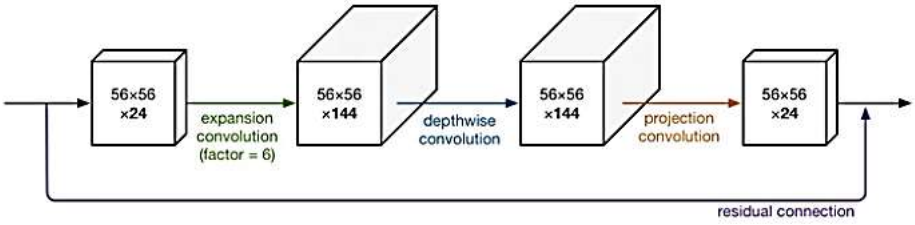
Şekil 3 ResNet temel yapısı



Şekil 4 ResNet Mimarisi

2.3.3. MobileNetV2

MobileNetV2, düşük hesaplama gücüne sahip cihazlar ve gömülü sistemler gibi donanım açısından sınırlı platformlarda yüksek doğruluk sunan hafif ve verimli bir derin öğrenme modeli olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel evrişimsel sinir ağları, yüksek işlem gücü ve büyük bellek gereksinimleri nedeniyle mobil ortamlarda uygulanabilirlik açısından bazı kısıtlamalara sahiptir. MobileNetV2, bu sınırlamaları aşmak için ters çevrilmiş artık (inverted residual) blokları ve lineer dar boğaz (linear bottleneck) yapısını içeren optimize edilmiş bir model sunmaktadır. MobileNetV2 mimarisi, derinliği ayrılmış evrişimsel (depthwise separable convolutions) kullanarak parametre sayısını azaltırken hesaplama verimliliğini artırmaktadır. MobileNetV2 modeli ise, önceki versiyonuna kıyasla daha iyi özellik çıkarımı yapabilmek için genişletilmiş lineer dar boğaz katmanları ve ters çevrilmiş artık bağlantıları içerir. Bu sayede, düşük kaynak tüketimiyle güçlü performans sunarak mobil ve gömülü sistemler için ideal bir çözüm haline gelmiştir **[10]**. **Şekil 5**'te MobileNetV2 mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 5 MobileNetV2 Mimarisi

2.4. Transfer Öğrenme

Transfer öğrenme, önceden eğitilmiş derin sinir ağı modellerinin yeni veri setleri üzerinde yeniden kullanılmasıyla model performansını artırmayı amaçlayan bir yöntemdir. Transfer öğrenme yaklaşımında, önceden eğitilmiş modellerin farklı veri setleri üzerinde yeniden eğitilmesi ve ince ayar yapılması önemli bir adımdır **[11]**.

2.5. Makine Öğrenme

Makine öğrenme, istatistiksel ve bilgisayar bilimlerinin kesişiminden doğan ve algoritmaların deneyimlerinden öğrenerek gelecekteki performanslarını geliştirmesini amaçlayan bir yaklaşımdır.

Makine öğrenme algoritmaları, gözetimli öğrenme (supervised learning), gözetimsiz öğrenme (unsupervised learning) ve yarı denetimli öğrenme (semi-supervised learning) gibi farklı öğrenme yöntemleri temelinde sınıflandırılmaktadır. Makine Öğrenme, verilerden anlamlı ilişkiler ve desenler çıkarmak için büyük veri setleri üzerinde çeşitli algoritmaların uygulanmasını içerir. Bu süreçte, doğrusal regresyon (Linear Regression), destek vektör makineleri (Support Vector Machines-SVM), karar ağaçları (Decision Trees) ve k-en yakın komşu (K-Nearest Neighbors-KNN) gibi yaygın algoritmalar kullanılmaktadır **[12]**. Bu çalışmada, makine öğrenme algoritmaları aşağıda açıklanmıştır.

2.5.1. Destek Vektör Makineleri (SVM)

Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines-SVM), hem teorik açıdan anlamlı hem de pratik uygulamalarda yüksek başarı sağlayan bir makine öğrenme algoritmasıdır. SVM, öğrenme teorisi ve pratik uygulamalarının kesişiminde yer alır ve doğrusal algoritmaların yüksek boyutlu özellik uzaylarında çalışmasını sağlar. Çalışmada, SVM'in hiper düzlem (hyperplane) kavramına dayalı olarak iki sınıf ayırdığı ve maksimum marjini (maximum margin) bulmayı hedefler. SVM algoritması, çekirdek fonksiyonları (kernel functions) kullanarak giriş uzayında doğrusal olmayan karar sınırlarını, yüksek boyutlu özellik uzaylarında doğrusal hiper düzlemlerle temsil eder. Bu yöntem, SVM'in kompleks veri setlerinde bile etkili bir sınıflandırma performansı sergilemesine olanak tanır. Özellikler RBF (Radial Basis Function) ve polinomal çekirdekler (polynomial kernels) gibi farklı çekirdek fonksiyonları ile çeşitli sınıflandırma görevlerinde uygulanabilirliği vurgulanmıştır **[13]**.

2.5.2. Rastgele Orman

Rastgele Orman (Random Forest), hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerine yaygın olarak kullanılan güçlü bir makine öğrenme algoritmasıdır. Bu yöntem, bagging (boostrap aggregation) ve classification and Regression Trees (CART) ayrım kriterine dayalı olarak birden fazla karar ağacını birleştirerek yüksek doğruluk oranları sunmaktadır. Rastgele orman algoritması, veri setinin rastgele alt örneklerini kullanarak karar ağaçları oluşturur ve bu ağaçların sonuçlarını birleştirerek nihai tahmin değerini belirler. Özellikle çok boyutlu veri setlerinde değişken önemini belirlemek için etkili bir araç olarak kabul edilir. Gini safsızlık ölçütü (Gini Impurity Measure), sınıflandırma problemlerinde en iyi kesme noktalarını belirlemede kritik bir rol oynar. Rastgele orman, değişken seçimi, resampling mekanizması ve model parametre ayarlama teknikleri ile daha stabil ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır [14].

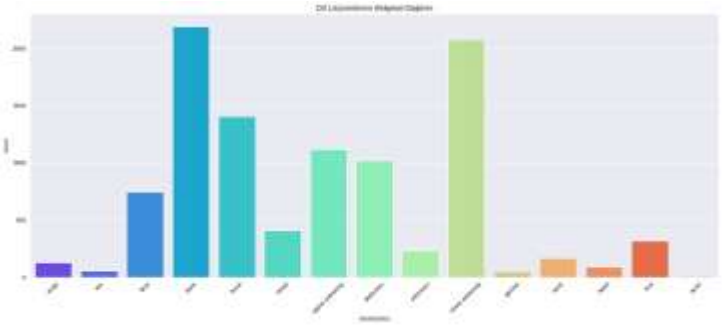
2.5.3. XGBoost

XGBoost (Extreme Gradient Boosting - Aşırı Gradyan Artırma), hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde güçlü performans sergileyen ağaç tabanlı (tree based) bir makine öğrenme algoritması olarak tanımlanmaktadır. Bu algoritma, Gradyan Artırma (Gradient Boosting) yönteminin optimize edilmiş bir versiyonudur ve özellikle büyük veri setlerinde hızlı eğitim süreleri ve yüksek doğruluk sağlaması ile öne çıkmaktadır. XGBoost, geleneksel gradyan artırma algoritmalarına ek olarak, hata oranlarını (error rate) minimize etmek için ikinci dereceden türev tabanlı optimizasyon (second-order optimization), ağırlıklı kuantil skeci (weighted quantile sketch) ve seyrek farkındalık algoritması (sparsity-aware algorithm) gibi iyileştirmeler sunmaktadır. Bu özellikler, eksik değerlerle başa çıkma (handling missing values) ve bellek kullanımı sınırlı ortamlarda daha iyi performans sağlama imkânı tanır. Ayrıca, paralel hesaplama (parallel computing) desteği ile XGBoost, büyük veri setleri üzerinde verimli bir şekilde çalışabilmektedir **[15]**.

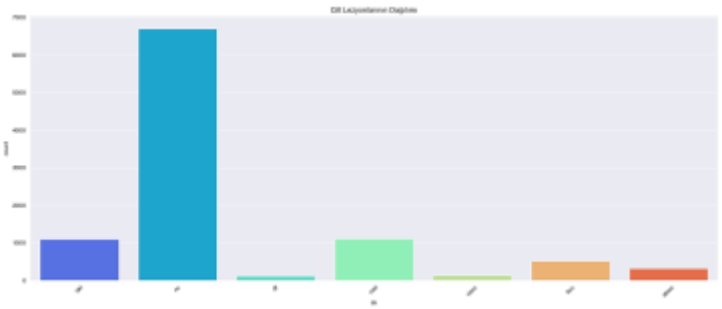
Bu çalışmada, geleneksel evrişimsel sinir ağı (CNN) ve önceden eğitilmiş ResNet152V2, ResNet50, ResNet101 ve MobileNetV2 transfer öğrenme modelleri eğitilmiştir. Transfer öğrenme yöntemleri uygulanarak eğitilen bu derin öğrenme modellerinden çıkarılan derin özellikler, Destek Vektör Makineleri (SVM), Rastgele Orman (Random Forest) ve XGBoost gibi geleneksel makine öğrenme algoritmalarının giriş verisi olarak kullanılmış ve bu algoritmalar bu özelliklerle eğitilmiştir.

2.6. Deneysel Kurulum

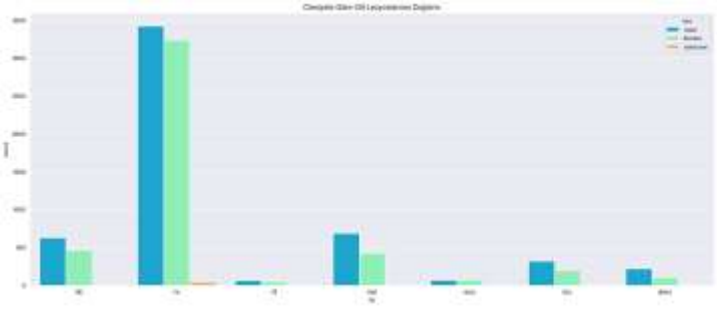
Bu çalışmada, hmnist_28_28_RGB.csv ve HAM10000_metadata.csv dosyası birlikte kullanılmıştır. Hmnist_28_28_RGB veri seti, cilt lezyonlarına ait toplam 10015 dermatoskopik görüntülerden oluşmaktadır. Görüntüler 28x28 piksel boyutunda, 3 kanal (RGB) olarak temsil edilmekte ve her bir görüntü pixel0000-pixel2351 arasında piksel değerleri ile ifade edilmektedir. Bu veri setinde, 7 farklı cilt lezyonu türü bulunmaktadır. Veri analizi kapsamında, bu metadata verileri kullanılarak cilt kanseri türlerinin, yaş, cinsiyet ve bölgesel dağılımlar incelenmiştir. Bu analizler, cilt kanserinin demografik ve bölgesel farklılıklarını değerlendirme imkânı sağlamıştır. Yapılan analizlerin görselleri aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir:



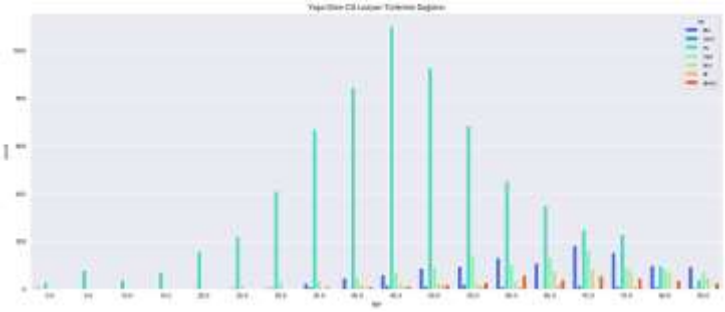
Şekil 6. Cilt lezyonlarının bölgesel dağılımı.



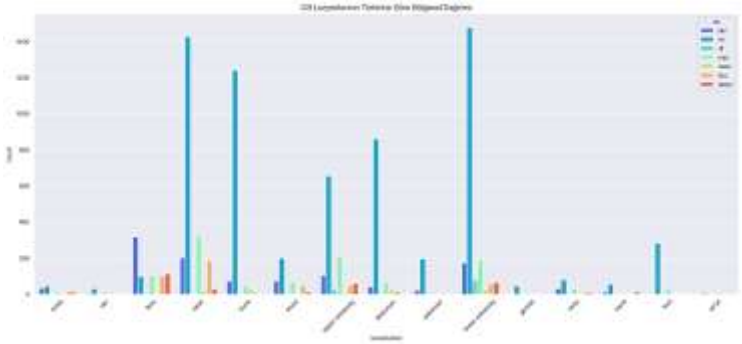
Şekil 7. Cilt lezyonlarının dağılımı.



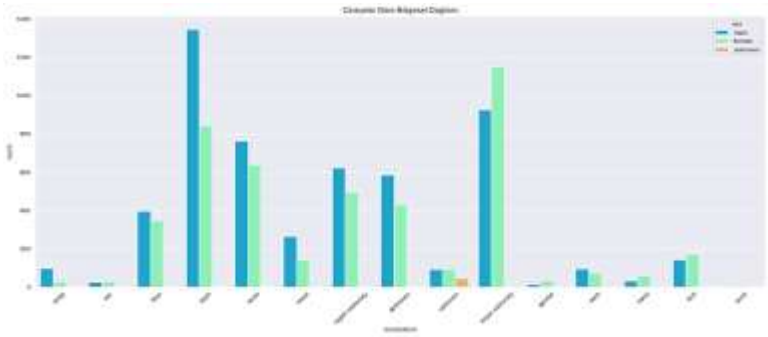
Şekil 8. Cinsiyete göre cilt lezyonlarının dağılımı.



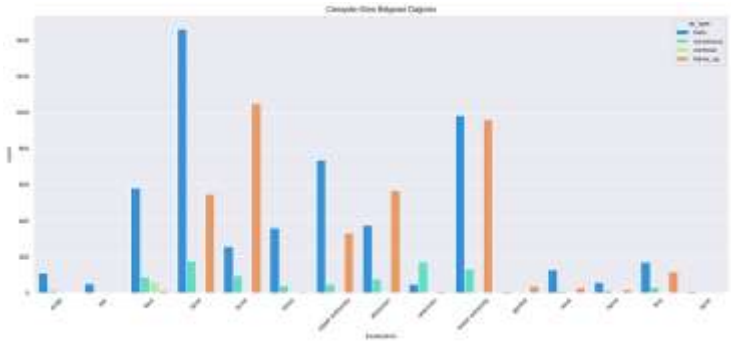
Şekil 9. Yaşa göre lezyon türlerinin dağılımı.



Şekil 10. Cilt lezyonlarının türlerinde göre bölgesel dağılımı.



Şekil 11. Cinsiyete göre bölgesel dağılımı.



Şekil 11. Cinsiyete göre bölgesel dağılımı.

Veri analizi sonrasında, veri setinde sınıf dengesizliği tespit edilmiş ve bu dengesizlik, RandomOverSampler metodu ile giderilmiştir. Başlangıçta 10015 örnek bulunan veri seti, veri artırma işlemi sonrasında 46935 örneğe çıkarılmıştır. Bu işlemde azınlık sınıflarına ait örnekler rastgele çoğaltılarak sınıf dağılımı dengeli hale gelmiştir. Eğitim süreci için veri seti %75 eğitim ve %25 test seti olarak ayrılmıştır. Görüntüler (28x28x3) boyutuna yeniden şekillendirilmiştir. Veri normalizasyonu, giriş değerlerini 0-1 aralığına çekmek amacıyla uygulanmış ve aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$X_{normalized} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Bu işlem, verilerin daha homojen hale gelmesini ve modelin daha kararlı bir öğrenme süreci geçirmesini sağlamıştır. Bu çalışmada, evrişimsel sinir ağı (CNN) ve transfer öğrenme tabanlı farklı derin öğrenme

mimarileri kullanılarak cilt lezyonlarının sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Model eğitimi için ResNet152V2, ResNet101, ResNet50 ve MobileNetV2 gibi önceden ImageNet veri setiyle eğitilmiş modeller kullanılmış ve bu modellerin sınıflandırma katmanları yeniden yapılanmıştır.

Ayrıca, geleneksel evrişimsel (CNN) modeli sıfırdan oluşturulmuş ve eğitim süreci tamamlanmıştır. Geleneksel evrişimsel sinir ağı (CNN), dört evrişim bloğundan oluşmakta ve her bloğun ardından maksimum havuzlama (MaxPooling) ve BatchNormalizaton katmanları eklenmiştir. Son katmanda, Flatten ve Dropout uygulanarak sınıflandırma katmanına aktarılmış ve Softmax aktivasyon fonksiyonu ile 7 sınıflı bir çıktı üretilmiştir. Model, AdamX optimizasyon algoritması ile derlenmiş ve categorical_crossentropy kayıp fonksiyonu kullanılarak eğitilmiştir. ModelCheckpoint, ReduceLROnPlateau ve EarlyStopping gibi geri çağırma (callback) fonksiyonları ile eğitim süreci optimize edilmiştir. ResNet152V2 ResNet101, ResNet50 ve modellerinde, önceden eğitilmiş katmanlar kullanılarak özellik çıkarımı gerçekleştirilmiş ve bu katmanların belirli bir kısmı yeniden eğitilebilir hale getirilmiştir. ResNet152V2, ResNet101 ve ResNet50 modellerinde, son 100 katman eğitilebilir olarak bırakılmış, geri kalan katmanlar sabitlenmiştir. MobileNetV2 modelinde ise son 50 katman yeniden eğitilmiştir. Tüm modellerde, özellik çıkarımı işleminin ardından GlobalAveragePooling2D katmanı uygulanmış ve ek tam bağlantılı (fully connected) katmanlarla model genişletilmiştir. Dense, BatchNormalization ve Dropout katmanları ile modelin performansı artmıştır. Tüm modeller 200 evre (epoch) boyunca 128 küme boyutu (batch size) ile eğitilmiş ve eğitim sırasında doğruluk ve kayıp metrikleri takip edilmiştir. Eğitim sürecinde ModelCheckpoint ile en iyi model ağırlıkları kaydedilmiş, ReduceLROnPlateau ile öğrenme hızı dinamik olarak azaltılmış ve EarlyStopping yöntemiyle gereksiz evreler (epochs) engellenmiştir.

Modellerin eğitim sürecinin ardından, geleneksel evrişimsel sinir ağı (CNN), ResNet152V2, ResNet101, ResNet50 ve MobileNetV2 modellerinden çıkarılan derin özellikler, geleneksel makine öğrenme algoritmaları (SVM, Rastgele Orman ve XGBoost) ile eğitilmiştir. Bu algoritmaların giriş verisi olarak derin özellik vektörleri kullanılmış ve sınıflandırma doğruluğu artırılmaya çalışılmıştır. Destek Vektör Makineleri (SVM) için RBF çekirdek fonksiyonu, Rastgele Orman (Random Forest) için 7 karar ağacı, XGBoost için 300 ağaç ve histogram tabanlı ağaç yöntemi (tree_method=hist) kullanılmıştır. Bu süreçte, her algoritma doğruluğu ve hata oranları açısından değerlendirilmiştir.

Deneyler, DELL G15 dizüstü bilgisayarında gerçekleştirilmiştir. Sistem, 11.Nesil Intel(R) Core (TM) i5-11260H @ 2.60 GHz işlemciye ve 16 GB RAM kapasitesine sahiptir. Grafik kartı işlemleri için NVDIA RTX 3050 Ti ekran kartı kullanılmıştır. Deneyler, 64 bit işletim sistemi x64 tabanlı işlemci mimarisi üzerinde çalıştırılmış ve hesaplama işlemleri yüksek verimlilikle gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yazılımı için, Android Studio (Kotlin programlama dili) ve Jupyter Notebook (Python programlama dili) kullanılmıştır.

2.6.1. Değerlendirme Ölçütleri

Sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla farklı değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır. Çok sınıflı sınıflandırma problemlerinde, bu metrikler modelin genel başarısını ölçmek ve sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. DP (Doğru Pozitif), pozitif sınıfa ait örneklerin doğru tahmin edilmesini ederken; YP (Yanlış Pozitif), negatif sınıfa ait örneklerin pozitif olarak yanlış tahmin edilmesi anlamına gelmektedir. DN (Doğru Negatif), negatif sınıfa ait örneklerin doğru tahmin edilmesi; YN (Yanlış Negatif) ise pozitif sınıfa ait örneklerin negatif olarak yanlış tahmin edilmesi durumunu tanımlamaktadır.

Kullanılan metrikler ve formüller aşağıda verilmiştir:

Doğruluk (Accuracy): Modelin doğru sınıflandırdığı örneklerin tüm örneklere oranı.

$$\text{Doğruluk (Accuracy)} = \frac{DP + DN}{DP + DN + YP + YN}$$

Hassasiyet (Recall): Pozitif örneklerin doğru sınıflandırma oranı.

Hassasiyet (Recall) = $\frac{DP}{DP + YN}$

Kesinlik (Precision): Pozitif tahminlerin doğruluk oranı.

Kesinlik (Precision) = $\frac{DP}{DP + YP}$

F1-Skoru (F1 Score): Duyarlılık ve kesinliğin harmonik ortalaması.

F1 Skor (F1 Score) = $2\ x\ \frac{Kesinlik\ x\ Hassasiyet}{Kesinlik + Hassasiyet}$

ROC (Reciever Operating Characteristic) eğrisi, sınıflandırma modelinin farklı eşik değerlerindeki performansını görselleştirmek için kullanılır. Bu eğri, hassasiyet (recall) ve yanlış pozitif oranı ilişkisini gösterir. AUC (Area Under the Curve) değeri ise bu eğrinin altında kalan alanı ifade eder ve modelin genel sınıflandırma başarısını ölçmek için kullanılır. AUC değeri 1'e ne kadar yakınsa, modelin pozitif ve negatif sınıfları doğru ayırt etme kapasitesi o kadar yüksek kabul edilir **[16]**. Bu metrikler, MEL, BCC, AKIEC, NV, BKL, DF ve VASC olmak üzere 7 farklı sınıf için hesaplanmıştır. Her sınıfın performansı bu metrikler doğrultusunda değerlendirilmiş ve sonuçlar modelin genel başarısını yansıtacak şekilde analiz edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. İlgili Çalışmalar

Hibrit öğrenme ve derin öğrenme kullanılarak cilt kanserinin tahmin edilmesi, araştırma camiasında büyük ilgi görmüş ve bu alanda çeşitli algoritmaların birleşimiyle yapılan çalışmalar doğruluk ve verimliliği artırmayı hedeflemiştir. Bu bölümde, hibrit öğrenme ve derin öğrenme tabanlı cilt kanseri tahmin modelleri incelenerek, kullanılan yöntemlerin teşhis doğruluğunu etkileri ele alınmaktadır.

Ghosh ve ark (2024) tarafından yapılan çalışmada, VGG16 ve ResNet50 modellerinin birleşiminden oluşturulan hibrit modelin, bireysel modellere kıyasla daha iyi performans gösterdiği ortaya konmuştur. Çalışmada kullanılan veri seti, dokuz farklı cilt hastalığını sınıflandırmak için seçilmiş 3000 görüntü içermektedir. Veri setindeki dengesizliği, sınıf ağırlıkları kullanarak giderilmiş ve tüm sınıfların eşit şekilde temsil edilmesi sağlanmıştır. Hibrit modelin tek başına kullanılan modellere göre daha yüksek doğruluk sunduğunu göstermektedir. Model, %98,75 eğitim doğruluğu (Training accuracy) ve %97,50 doğrulama doğruluğu (Validation accuracy) elde etmiş; F1 skoru %97,58, kesinlik (Presicion) %97,60 ve hassasiyet (recall) %97,55 olarak elde edilmiştir **[17]**.

Rahman ve ark (2022) tarafından yapılan çalışmada, hibrit özellik çıkarma ve makine öğrenme tekniklerinin cilt kanseri teşhisinde etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada, Histogram–Oriented Gradient (HOG), Local Binary Patern (LBP) ve Speed Up Robust Feature (SURF) teknikleri bir araya getirilerek hibrit bir özellik çıkarma yöntemi oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra VGG19 tabanlı bir derin öğrenme modeli kullanılarak özellik çıkarımı gerçekleştirilmiş ve elde edilen iki farklı özellik vektörü birleştirilerek sınıflandırma modeli oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan model, HAM10000 veri seti ile test edilmiş olup, melanom ve melanom olamayan cilt kanseri görüntülerini sınıflandırmak amacıyla geliştirilmiştir. Çalışmada, model, %99,85 doğruluk (Accuracy), %91,65 kesinlik (Precision) ve %95,70 hassasiyet (recall) oranı sağlamıştır **[18]**.

Packiamary ve ark (2024) tarafından yapılan çalışmada, hibrit derin öğrenme ve özellik mühendisliği kullanılarak erken evrede melanom tespitine yönelik yapılan bir çalışmada, otomatik derin öğrenme ile çıkarılan özellikler ve otoenkoder tabanlı özelliklerin birleşimi sayesinde daha doğru teşhis sonuçları elde edilmiştir. Model, evrişimli sinir ağları (CNN) kullanarak desen çıkarımı yapmış, otoenkoderler

aracılığıyla ek özellikler üretmiş ve bu özellikleri Destek Vektör Makineleri (SVM) sınıflandırıcısna giriş olarak sağlamıştır. Çalışmada, model, %94,5 doğruluk (Accuracy), %93,7 kesinlik (Precision), %93,4 hassasiyet (Recall) ve %94,2 F1 skoru elde etmiştir **[19]**.

Naeem ve ark (2024) tarafından yapılan çalışmada, Derin öğrenme tabanlı bir model olan DVFNet kullanılarak cilt kanseri teşhis edilmesi hedeflenmiştir. Bu modelde, VGG19 mimarisi ve Histogram-Oriented Gradient (HOG) özellik çıkarma teknikleri birleştirilerek hibrit bir özellik çıkarım süreci uygulanmıştır. Modelin doğruluğu, ISIC 2019 veri seti ile test edilmiş ve sınıf dengesizliği sorununu gidermek için SMOTE Tomek yöntemini kullanmıştır. Ayrıca, dermoskopik görüntülerde lezyon alanlarının segmentasyonu gerçekleştirilmiş ve farklı cilt kanseri türleri için derin özellik haritaları oluşturlmuştur. Çalışmada, model, %98,32 doğruluk (Accuracy), %98,23 kesinlik (Precision), %98,19 F1 skoru ve %98,23 hassasiyet (Recall) oranı elde ederek VGG16, ResNet50, Inception-V3 ve AlexNet gibi diğer CNN tabanlı modellerden daha yüksek bir performans göstermiştir **[20]**.

Attallah ve ark (2024) tarafından yapılan çalışmada, cilt kanseri teşhisini geliştirmek amacıyla hibrit trio-derin özellik füzyonu modeli önerilmiştir. Bu çalışmada, Discrete Cosine Transform (DCT) kullanılarak dermoskopik görüntülerdeki renk bozulmaları düzeltmiş ve ardından farklı evrişimsel sinir ağı (CNN) mimarileri ile eğitilmiş derin özellikler birleştirilmiştir. Modeli orijinal dermoskopik görüntüler ile DCT iyileştirilmiş görüntülerden çıkarılan özellikleri birleştirerek sınıflandırma doğruluğunu artırmayı amaçlamaktadır. Hibrit öğrenme yaklaşımının bir parçası olarak, çıkarılan özellikler Destek Vektör Makineleri (SVM) kullanılarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada, model, %96,40 doğruluk (Accuracy), %99,39 hassasiyet (recall) ve %96,40 duyarlılık (Sensitivity) yüksek bir sınıflandırma performansı sergilemiştir **[21]**.

Naqvi ve ark (2023) tarafından yapılan çalışmada, derin öğrenme tabanlı cilt kanseri teşhis yöntemleri incelenmiş, farklı CNN mimarileri ve veri setleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada, cilt kanseri tespitinde görüntü işleme, segmentasyon, özellik çıkarımı ve sınıflandırma aşamalarının derin öğrenme tabanlı yöntemlerle nasıl optimize edilebileceği ele alınmıştır. Bu kapsamda, AlexNet, VGG, ResNet, DenseNet, ve MobileNet gibi yaygın CNN modellerinin cilt kanseri sınıflandırmasındaki performansları değerlendirilmiş ve HAM10000, ISIC ve PH2 veri setleri kullanılmıştır. Özellikle ResNet50 modeli, en yüksek başarıyı sağlayarak %94,8 doğruluk (Accuracy), %93,6 kesinlik (precision) ve %95,1 hassasiyet (Recall) oranlarına ulaşmıştır **[22]**.

Tembhurne ve ark (2023) tarafından yapılan çalışmada, Contourlet Transform ve Local Binary Pattern Histogram (LBPH) teknikleri kullanılarak el ile özellik çıkarımı gerçekleştirmiştir. Bu özellik çıkarım sürecinin ardından, VGG19 ve ResNet152V2 modelleri ile derin özellik çıkarımı yapılmıştır. Elde edilen özellikler, Lojistik Regresyon (LR) ve Lineer Destek Vektör Makineleri (LSVM) algoritmaları ile sınıflandırılmış ve nihai sonuçlar, oylama (voting) mekanizması kullanılarak belirlenmiştir. ISIC Arşiv (Archieve) veri seti üzerinde test edilen model, %93 doğruluk (Accuracy), %92 kesinlik (Precision), %94 hassasiyet (Recall) ve %93 F1 skoru elde etmiştir **[23]**.

Ameri (2020) tarafından yapılan çalışmada, HAM10000 veri seti kullanılarak cilt kanseri teşhisinde derin öğrenme tabanlı bir model geliştirmiştir. Çalışmada, AlexNet tabanlı transfer öğrenme modeli kullanılarak cilt lezyonları benign (iyi huylu) ve malign (kötü huylu) olarak sınıflandırılmıştır. 3400 görüntüden (1700 benign (iyi huylu) ve 1700 malign (kötü huylu)) oluşan veri setinde, melanom, aktinik keratoz (AKIEC), bazal hücreli karsinom (BCC), benign keratoz (BKL), melanositik nevüs (NV) ve dermatofibroma (DF) vakaları yer almıştır. %90 eğitim ve %10 test seti olarak ayrılan veri seti üzerinde, model SGDM algoritması ile eğitilmiştir. Model, ROC eğrisi altında 0.91 (AUC) alanı elde etmiş, %84 doğruluk (Accuracy), %81 duyarlılık (Sensitivity) ve %88 özgüllük (Specificity) oranlarına ulaşmıştır **[24]**.

Alam ve ark (2022) tarafından yapılan çalışmada, HAM10000 veri seti kullanılarak cilt kanseri teşhisi için derin öğrenme tabanlı bir sınıflandırıcı geliştirmiştir. Çalışmada, veri dengesizliğini gidermek için veri artırma (data augmentation) teknikleri kullanılmıştır. AlexNet, InceptionV3 ve RegNetY-320 modelleri dengesiz ve dengeli veri setleri üzerinde test edilmiştir. HAM10000 veri seti, yedi farklı cilt lezyonu sınıfı (aktinik keratoz, bazal hücreli karsinom, benign keratoz lezyonlar, dermatobibroma, melanom, melanositik nevüs ve vasküler lezyonlar) içermektedir.

Modelin doğruluk dengeli veri setinde daha yüksek sonuçlar vermiştir. Özellikle RegNetY-320 modeli, %91 doğruluk (Accuracy), %88,1 F1 skoru ve 0.95 ROC eğrisi alanı (AUC) değeri ile AlexNet ve InceptionV3 modellerine kıyasla üstün performans göstermiştir **[25]**. Bu çalışmalar, hibrit öğrenme ve derin öğrenme tekniklerinin cilt kanseri teşhisinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu ve farklı geleneksel makine öğrenimi tekniklerinin entegrasyonunun sınıflandırma başarısını artırabileceğini göstermektedir.

Tablo 2. Yapılan çalışmalarda, kullanılan modeller, veri setleri ve doğruluk oranları.

Yazar	Yıl	Model	Veri Seti	Sonuçlar
Ghosh	2024	VGG16 + ResNet50 Hibrit Model	3000 Görüntü (Dokuz Farklı Cilt Kanseri)	%98,75
Rahman	2022	VGG19 + HOG, LBP, SURF Hibrit Özellik Çıkarma	HAM10000	%99,85
Packiamary	2024	CNN + Otoenkoder Özellik Birleştirme, SVM	ISIC, DermNet NZ, Dermoskopi, Reflektans Konfokal Mikroskopi	%94,5
Naeem	2024	DVFNet(VGG19 + HOG)	ISIC 2019	%98,32
Attallah	2024	Hibrit Trio-Derin Özellik Füzyonu, DCT + CNN + SVM	HAM10000	%96,40
Naqvi	2023	ResNet50	HAM10000, ISIC, PH2	%94,8
Tembhurne	2023	VGG19 + ResNet152V2 + LR + LSVM (Voting Mechanism)	ISIC Archieve	%93.00
Ameri	2020	AlxNet	HAM10000	%84.00
Alam	2022	RegNetY-320	HAM10000	%91.00

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yedi farklı cilt lezyonlarının sınırlandırılmasında kullanılan modellerin gösterdikleri performans Tablo 3'te sunulmaktadır. Bu tabloda CNN, ResNet152V2, ResNet101, ResNet50 ve MobileNetV2'ye ait doğruluk, kesinlik, hassasiyet ve F1-skor değerleri almaktadır. Ek olarak, evrişimsel sinir ağı (CNN) mimarileri sonucunda elde edilen derin özellikler, Destek vektör makineleri (SVM), Rastgele Orman (Random Forest) ve XGBoost gibi makine öğrenme algoritmalarına giriş olarak verilmiş ve bu algoritmalar için de doğruluk, kesinlik, hassasiyet ve F1-skor değerleri hesaplanarak tablo 3'te yer gösterilmektedir. En iyi sonucu veren modeli **Tablo 3**'te üstünü kalınlaştırarak ve (*) işareti ile işaretlemiştir.

Tablo 3. Modellerin performans değerleri

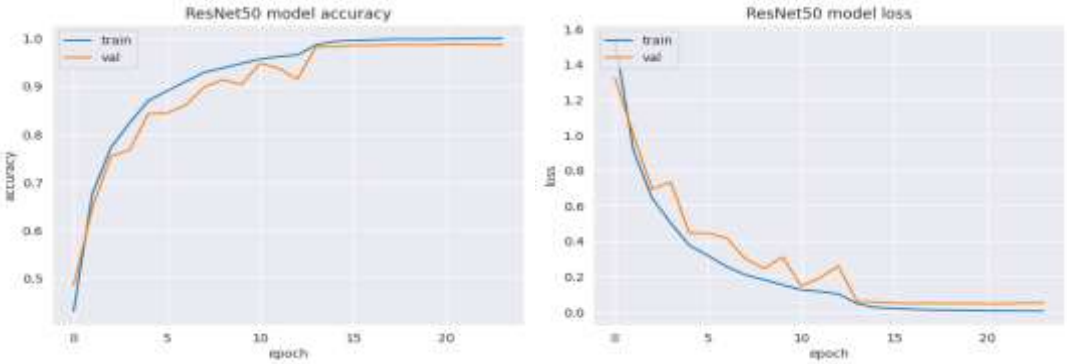
Model	Doğruluk	Kesinlik	Hassasiyet	F1-Skor	AUC
CNN	0.9848	0.99	0.98	0.98	1.00
ResNet152V2	0.9785	0.98	0.98	0.98	1.00
ResNet101	0.9651	0.97	0.96	0.96	1.00
ResNet50	0.9876	0.98	0.98	0.98	1.00
MobileNetV2	0.9846	0.99	0.98	0.98	1.00
CNN+SVM	0.9882	0.99	0.99	0.99	1.00
CNN+RF	0.9881	0.99	0.99	0.99	1.00
CNN+XGBoost	0.9894	0.99	0.99	0.99	1.00
ResNet152V2+SVM	0.9793	0.98	0.98	0.98	1.00
ResNet152V2+RF	0.9859	0.99	0.99	0.99	1.00
ResNet152V2+XGBoost	0.9829	0.98	0.98	0.98	1.00
ResNet101+SVM	0.9714	0.97	0.97	0.97	1.00
ResNet101+RF *	**0.9994**	**0.98**	**0.98**	**0.98**	**1.00**
ResNet101+XGBoost	0.9795	0.98	0.98	0.98	1.00
ResNet50+SVM	0.9887	0.99	0.99	0.99	1.00
ResNet50+RF	0.9899	0.99	0.99	0.99	1.00
ResNet50+XGBoost	0.9884	0.99	0.99	0.99	1.00
MobileNetV2+SVM	0.9882	0.99	0.99	0.99	1.00
MobileNetV2+RF	.09893	0.99	0.99	0.99	1.00
MobileNetV2+XGBoost	0.9873	0.99	0.99	0.99	1.00

CNN modeli, 19 evre (epoch) sonucunda en iyi performansını göstermiş ve doğruluk %98,48 olarak kaydedilmiştir. Bu modelden çıkarılan derin özellikler ile SVM, Rastgele Orman ve XGBoost algoritmaları ile yapılan sınıflandırma işlemlerinde sırasıyla CNN+SVM %98,82, CNN+Rastgele Orman %98,81 ve CNN-XGBoost %98,94 doğruluk oranları elde edilmiştir. ResNet152V2 modeli, 25 evre (epoch) sonucunda en iyi performansına ulaşarak doğruluk %97,85 olarak kaydedilmiştir. Bu modelden çıkarılan derin özelliklerin makine öğrenmesi algoritmaları ile sınıflandırması sonucunda, ResNet152V2+SVM %97,93, ResNet152V2+Rastgele Orman %98,59, ve ResNet152V2+XGBoost %98,29 doğruluk oranları elde edilmiştir.

ResNet101 modeli, 68 evre (epoch) sonucunda doğruluk %96,51 olarak hesaplanmıştır. Bu modelden çıkarılan derin özelliklerin sınıflandırılması işlemlerinde, ResNet101+SVM %97,14, ResNet101+Rastgele Orman %99,94 ve ResNet101+XGBoost %97,95 doğruluk oranları elde edilmiştir. ResNet50 modeli, 24 evre (epoch) sonucunda doğruluk %98,76 olarak ölçülmüştür. SVM, Rastgele Orman ve XGBoost algoritmaları ile yapılan sınıflandırma işlemlerinde sırasıyla ResNet50+SVM %98,87, ResNet50+Rastgele Orman %98,99 ve ResNet50+XGBoost %98,84 doğruluk oranlarına ulaşmıştır.

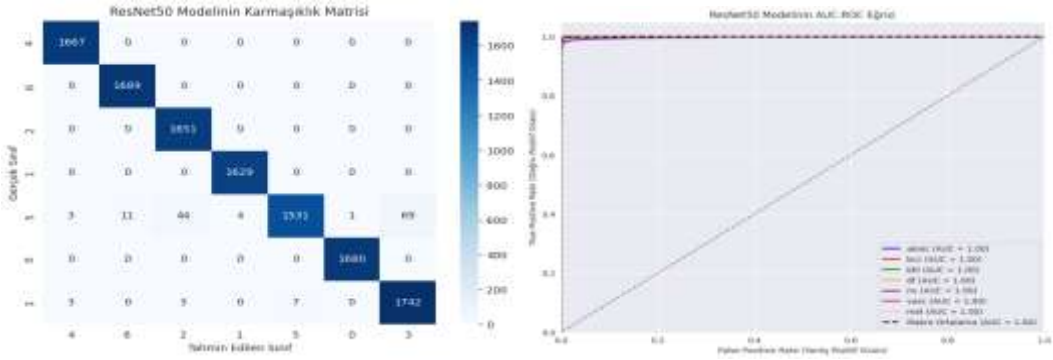
MobileNetV2 modeli, 200 evre (epoch) boyunca eğitilmiş, ancak en iyi performansı 200 evre (epoch) sonunda göstermiştir. Bu süreçte doğruluk %98,46 olarak kaydedilmiştir. MobileNetV2'den çıkarılan derin özelliklerin makine öğrenme algoritmaları ile sınıflandırma sonucunda, MobileNetV2+SVM %98,82, MobileNetV2+Rastgele Orman %98,93 ve MobileNetV2-XGBoost %98,73 doğruluk oranları elde edilmiştir. Tüm modellerin AUC oranı ise %100 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, modellerin tüm sınıflar arasında mükemmel bir ayrım yapabildiğini ve sınıflandırma başarısının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Deney sonuçlarında en yüksek performans, ResNet101+Rastgele Orman modeli ile elde edilmiş olup, %99,94 doğruluk oranı ile çalışmanın en başarılı modeli olarak

belirlenmiştir. Aşağıdaki **Şekil 13**'te ne yüksek performans sergilemiş olan ResNet50 modelinin doğruluk ve kayıp grafikleri gösterilmektedir.



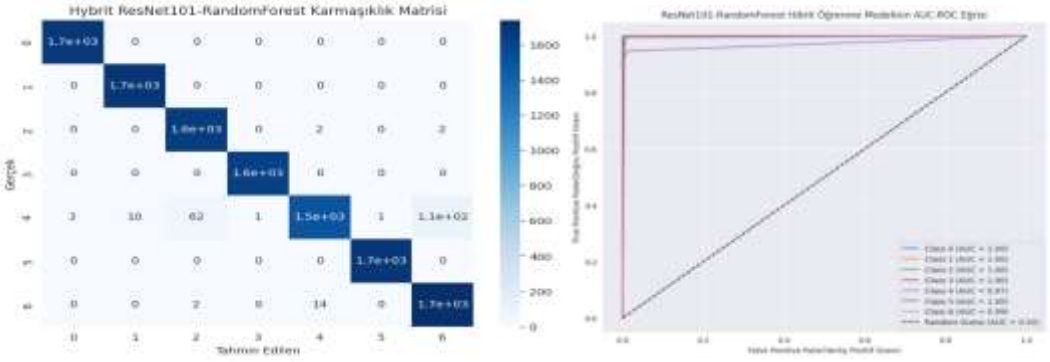
Şekil 13. ResNet50 modellerinin doğruluk ve kayıp grafikleri.

Aşağıdaki **Şekil 14**'te ResNet50 modellerinin, karmaşıklık matrisi ve AUC-ROC eğrileri gösterilmektedir.



Şekil 14. ResNet50 modellerinin karmaşıklık matrisinin görüntüleri ve AUC-ROC eğrileri.

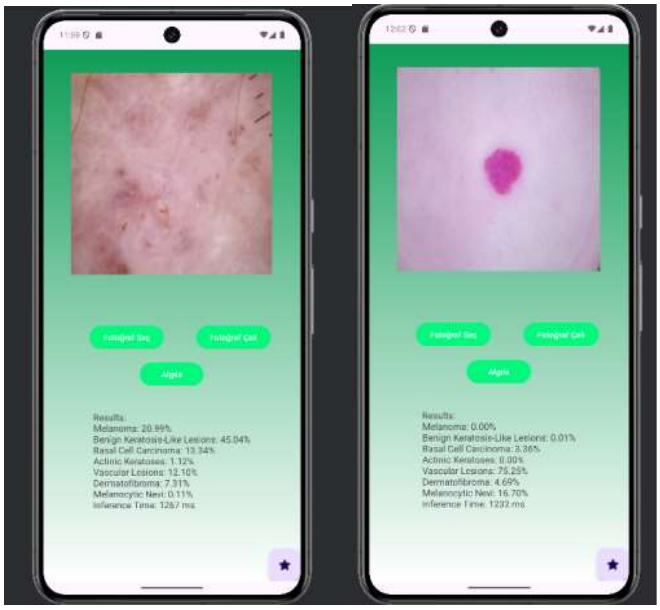
Aşağıdaki **Şekil 15**'te en yüksek performansı sergilemiş olan ResNet101+Rastgele Orman hibrit öğrenme modelinin karmaşıklık matrisi ile AUC-ROC eğrileri gösterilmektedir.



Şekil 15. ResNet101+Rastgele Orman karmaşıklık matrisi ve AUC-ROC eğrisi.

En yüksek performansı gösteren hibrit model mobil uygulamaya entegre edilmiştir. Mobil uygulama, Android Studio üzerinde Kotlin programlama dili kullanılarak geliştirilmiş ve tahmin işlemleri REST API ile gerçek zamanlı olarak sunucudan mobil cihaza aktarılmıştır. Bu işlemde Flask tabanlı REST API, model tahminlerini JSON formatında ileterek anlık geri bildirim sağlamaktadır. Kullanıcılar,

kamera veya galeriden görüntü yükleyebilir ve uygulama, bu görüntüler üzerinden cilt kanseri riski hakkında tahminlerde bulunur. Aşağıdaki şekillerde mobil uygulama arayüzü gösterilmektedir.



Şekil 16. Mobile uygulamanın arayüzü.

Yapılan çalışmalarda, evrişimsel sinir ağları ve geleneksel makine öğrenme algoritmalarının kombinasyonu sayesinde sınıflandırma performansının artırıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde ResNet, MobileNetV2 ve CNN tabanlı modellerden çıkarılan özelliklerin SVM, Rastgele Orman ve XGBoost gibi geleneksel makine öğrenme algoritmaları ile sınıflandırması, model doğruluğunu önemli ölçüde artırmıştır. Kullanılan HAM10000 veri seti, cilt kanseri teşhisi için geniş bir veri kaynağı sağlayarak modellerin genelleme yeteneğini güçlendirmiştir. Elde edilen bulgular, cilt kanseri teşhisinde hibrit öğrenme yaklaşımını doğruluk oranlarını artırmakla kalmayıp, farklı cilt lezyonları arasındaki daha iyi ayrım yapılmasına olanak sağladığını göstermektedir. Bu sonuçlar, evrişimsel sinir ağı tabanlı modellerin görüntüler özelliklerini çıkarmadaki gücünü ve geleneksel makine öğrenme algoritmalarının sınıflandırmadaki esnekliğini birleştirerek sınıflandırma başarısının nasıl artırabileceğini açıkça ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ

Sonuç olarak, cilt kanseri teşhisinde hibrit öğrenme yaklaşımını kullanarak evrişimsel sinir ağı ve geleneksel makine öğrenme algoritmalarının entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, hibrit modellerin bireysel evrişimsel sinir ağı veya geleneksel makine öğrenme yöntemlerine göre daha yüksek doğruluk ve genelleme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Mobil cihazlar için optimize edilen hibrit model, tıbbi görüntülerin hızlı ve güvenilir şekilde analiz edilmesini sağlarken, kullanıcıların sağlık profesyonellerine başvurmadan önce erken uyarı sistemi olarak kullanılabilecek bir çözüm sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, daha geniş veri setleri ve farklı cilt tiplerini içeren modellerin geliştirilmesiyle bu yöntemin genelleme yeteneğini daha da artırabilir. Aynı zamanda, gerçek zamanlı veri analizi ve bulut tabanlı sistemlerle desteklenerek modelin etkinliği ve ulaşılabilirliği daha geniş kitlelere ulaştırılabilir. Bu bağlamda, hibrit öğrenme tabanlı yaklaşımlar, cilt kanseri teşhisinin doğruluğunu artırmada ve sağlık sektörüne katkı sağlamada önemli bir potansiyele sahiptir. Elde edilen sonuçlar, hibrit öğrenme yöntemlerinin cilt kanseri teşhisindeki doğruluğu artırdığını göstermiştir. Özellikle ResNet101 ve Rastgele Orman kombinasyonu %99,94 doğruluk oranıyla en iyi performansı sergilemiştir.

KAYNAKÇA

1. Memorial Hastanesi. Cilt (deri) kanseri belirtileri, tedavisi ve korunma yöntemleri. https://www.memorial.com.tr/hastaliklar/cilt-deri-kanseri-belirtileri-tedavisi-ve-korunma-yontemleri

2. Khan, M. Q., Hussain, A., Rehman, S. U., Khan, U., Maqsood, M., Mehmood, K., & Khan, M. A. (2019). Classification of melanoma and nevus in digital images for diagnosis of skin cancer. IEEE Access, 7, 90132-90144.

3. MacKinnon, N., Vasefi, F., Booth, N., & Farkas, D. L. (2016, April). Melanoma detection using smartphone and multimode hyperspectral imaging. In Imaging, Manipulation, and Analysis of Biomolecules, Cells, and Tissues IX (Vol. 9711, pp. 143-150). SPIE.

4. Tschandl, P., Rosendahl, C., & Kittler, H. (2018). The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermatoscopic images of common pigmented skin lesions. Scientific Data, 5, 180161.

5. Çetin, V., & Yıldız, O. (2022). A comprehensive review on data preprocessing techniques in data analysis. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(2), 299-312.

6. Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. Journal of artificial intelligence research, 16, 321-357.

7. Dong, S., Wang, P., & Abbas, K. (2021). A survey on deep learning and its applications. Computer Science Review, 40, 100379.

8. Li, Z., Liu, F., Yang, W., Peng, S., & Zhou, J. (2021). A survey of convolutional neural networks: analysis, applications, and prospects. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 33(12), 6999-7019.

9. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).

10. Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L. C. (2018). Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 4510-4520).

11. Fırıldak, K., & Talu, M. F. (2019). Evrişimsel sinir ağlarında kullanılan transfer öğrenme yaklaşımlarının incelenmesi. Computer Science, 4(2), 88-95.

12. Das, K., & Behera, R. N. (2017). A survey on machine learning: concept, algorithms and applications. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 5(2), 1301-1309.

13. Hearst, M. A., Dumais, S. T., Osuna, E., Platt, J., & Scholkopf, B. (1998). Support vector machines. IEEE Intelligent Systems and their applications, 13(4), 18-28.

14. Biau, G., & Scornet, E. (2016). A random forest guided tour. Test, 25, 197-227.

15. Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining (pp. 785-794).

16. Hossin, M., & Sulaiman, M. N. (2015). A review on evaluation metrics for data classification evaluations. International journal of data mining & knowledge management process, 5(2), 1.

17. Ghosh, H., Rahat, I. S., Mohanty, S. N., Ravindra, J. V. R., & Sobur, A. (2024). A Study on the Application of Machine Learning and Deep Learning Techniques for Skin Cancer Detection. International Journal of Computer and Systems Engineering, 18(1), 51-59.

18. Rahman, M. M., Nasir, M. K., Nur, A., Khan, S. I., Band, S., Dehzangi, I., ... & Rokny, H. A. (2022). Hybrid feature fusion and machine learning approaches for melanoma skin cancer detection.

19. Packiamary, M., & Muthukumaravel, A. (2024, April). Hybrid Deep Learning and Feature Engineering for Early Detection of Melanoma Skin Cancer Using Multimodal Imaging Data. In 2024

International Conference on Advances in Data Engineering and Intelligent Computing Systems (ADICS) (pp. 1-6). IEEE.

20. Naeem, A., & Anees, T. (2024). DVFNet: A deep feature fusion-based model for the multiclassification of skin cancer utilizing dermoscopy images. Plos one, 19(3), e0297667.

21. Attallah, O. (2024). A Hybrid Trio-Deep Feature Fusion Model for Improved Skin Cancer Classification: Merging Dermoscopic and DCT Images. Technologies, 12(10), 190.

22. Naqvi, M., Gilani, S. Q., Syed, T., Marques, O., & Kim, H. C. (2023). Skin cancer detection using deep learning—a review. Diagnostics, 13(11), 1911.

23. Tembhurne, J. V., Hebbar, N., Patil, H. Y., & Diwan, T. (2023). Skin cancer detection using ensemble of machine learning and deep learning techniques. Multimedia Tools and Applications, 82(18), 27501-27524.

24. Ameri, A. (2020). A deep learning approach to skin cancer detection in dermoscopy images. Journal of biomedical physics & engineering, 10(6), 801.

25. Alam, T. M., Shaukat, K., Khan, W. A., Hameed, I. A., Almuqren, L. A., Raza, M. A., ... & Luo, S. (2022). An efficient deep learning-based skin cancer classifier for an imbalanced dataset. Diagnostics, 12(9), 2115.

ELMİ-TEXNİKİ TƏRƏQQİ VƏ ƏTRAF MÜHİT

SCIENTIFIC-TECHNICAL PROGRESS AND ENVIRONMENT

Mahir İSMAYILOV

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0003-0797-9429

İlham MƏMMƏDOV

Baş müəllim, Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0008-0856-3883

XÜLASƏ

Müasir şəraitində elmi-texniki inkişaf və ətraf mühit arasında birbaşa qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. İstehsal və istehlak fəaliyyətləri daha böyük miqyaslı enerji və xammal tələb edir. Bunun nəticəsində daha çox tullantı məhsulları yaranır. Təbii ehtiyatların sürətlə artan hasilatı, tullantıların və ətraf mühitə zərər verən maddələrin həddindən artıq toplanması biosferi kifayət qədər yükləyir. Nəticədə ətraf mühitin keyfiyyəti pisləşir və artan gəlirlərə baxmayaraq, insanın rifahı azalır. Bundan əlavə resurs bazasının zəifləməsi iqtisadi fəaliyyətin özü üçün də təhlükə yaradır. Bu məqalədə, yuxarıda qeyd olunan faktorlara bağlı olaraq ətraf mühitin çirklənməsi, ekoloji balansın pozulması məsələsi, elmi-texniki tərəqqinin təsirləri kontekstində təhlil edilmişdir.

Məqalədə, mövzuya dair elmi əsərlərdən, statistik göstəricilərdən, normativ-hüquqi sənədlərdən istifadə edilməklə, problemin geniş təhlili aparılmış, riyazi hesablamalardan istifadə edilməklə konkret elmi ümumiləşdirmələr əldə edilmişdir.

Məqalənin nəticəsi ondan ibarətdir ki, bərpa olunmayan enerji mənbələrindən istifadədə faydalı qazıntılar tükənməklə yanaşı, həm də mənfi nəticələrə gətirib çıxarır. Bunlar: atmosfer istilik çirklənməyə məruz qalır, nəqliyyat və enerji qurğuları vasitəsilə atmosferin oksigeni intensiv sərf olunur, ətraf mühit zərərli tullantılarla çirkləndirilir, nüvə enerjisindən istifadə edildikdə isə texnogen fəlakətin baş vermə təhlükəsi yaranır. Azərbaycanda bərpa olunan enerji ehtiyatlarından hal-hazırda istifadə 17-18% qiymətləndirilir. Buraya çayların üzərində qurulan su elektrik stansiyaları, günəş və külək energetik qurğuları aiddir. 2030-cu ilə kimi bərpa olunan enerji qurğularının ümumi enerji sistemində payını 30%-ə çatdırılması nəzərdə tutulur.

Açar sözlər: ətraf mühit, təbii ehtiyatlar, ekologiya, iqtisadi inkişaf, monitorinq.

ABSTRACT

In its modern conditions, there is a direct interaction between scientific and technical development and the environment. Production and consumption activities require a larger scale of energy and raw materials. As a result of this, more waste products are created. The rapidly growing production of Natural Resources, excessive accumulation of waste and substances harmful to the environment, sufficiently load the biosphere. As a result, the quality of the environment deteriorates, and, despite the growing income, human well-being decreases. In addition, the weakening of the resource base poses a threat to economic activity itself. In this article, the issue of environmental pollution, violation of the ecological balance, depending on the factors mentioned above, is analyzed in the context of the effects of scientific and technological progress.

In the article, an extensive analysis of the problem was carried out using scientific works, statistical indicators, regulatory and legal documents on the topic, concrete scientific generalizations were obtained using mathematical calculations.

The conclusion of the article is that in the use of non-renewable energy sources, minerals are not only depleted, but also lead to negative consequences. These are: the atmosphere is exposed to thermal pollution, oxygen of the atmosphere is intensively consumed through Transport and energy facilities, the environment is polluted with harmful emissions, and when nuclear energy is used, there is a danger of a man-made catastrophe. Currently, the use of renewable energy resources in Azerbaijan is estimated at 17-18%. These include hydroelectric power stations built on rivers, solar and wind power plants. By 2030, it is planned to increase the share of renewable energy facilities in the total energy system to 30%.

Keywords: Environment, Natural Resources, Ecology, Economic development.

GİRİŞ

Müasir şəraitində elmi-texniki inkişaf və ətraf mühit arasında birbaşa qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. İstehsal və istehlak fəaliyyətləri daha böyük miqyaslı enerji və xammal tələb edir. Bunun nəticəsində daha çox tullantı məhsulları yaranır. Təbii ehtiyatların sürətlə artan hasilatı, tullantıların və ətraf mühitə zərər verən maddələrin həddindən artıq toplanması biosferi kifayət qədər yükləyir. Nəticədə ətraf mühitin keyfiyyəti pisləşir və artan gəlirlərə baxmayaraq, insanın rifahı azalır. Bundan əlavə resurs bazasının zəifləməsi iqtisadi fəaliyyətin özü üçün də təhlükə yaradır.

Ətraf mühit insanın həyatına, şəraitinə, səhhətinə təsir edən amillərin ümumi məcmusudur. Təbiətin bizə bəxş etdiyi ətraf mühit insanın normal inkişafı və fəaliyyəti üçün zəruri olan hər şeylə təmin etmişdir. Lakin, insanın yaşam şəraiti və həyat keyfiyyəti onun bu gün və gələcəkdə əldə edə biləcəyi ərzaq, su, enerji və bioloji ehtiyatların kəmiyyətindən və keyfiyyətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Ona görə də bu gün daha çox inkişaf etmək, daha yaxşı yaşamaq və daha çox məhsul istehsal etmək imkanına malik olsaq da, bunu gələcək nəslin təmiz hava ilə nəfəs almaq, təmiz su içmək və təmiz məhsullarla qidalanmaq imkanlarını məhdudlaşdırmaq yolu ilə əldə etmək düzgün deyil. Buna görə insanın inkişafı həm yerli, həm milli, həm də qlobal səviyyədə təmiz havanın, təmiz suyun və təmiz qida məhsullarının sabitliyinin təmin edilməsini tələb edir.

ƏSAS MATERİALIN TƏQDİMİ

Son illər yer üzündə əhalinin sürətli artımı, elmi-texniki tərəqqi, kimya, biologiya elmləri sahəsində əldə edilən yeniliklər və müasir texnologiyaların, süni intellektlərin yaradılması bəşəriyyətə təkcə fayda gətirmir. XIX əsrin sonlarından başlayan elmi-texniki tərəqqi və sənayenin sürətli inkişafı nəticəsində ətraf mühitə edilən təsirlər XX əsrin ortalarında öz fəsadlarını büruzə verməyə başladı. Bir-birinin ardınca baş verən təbii fəlakətlər - daşqınlar, zəlzələlər, torpaq sürüşmələri həmçinin dünyanın müxtəlif bölgələrində aparılan müharibələr bütün dünya ölkələrində ciddi narahatlıqlar yaradır. Artıq insanlar təbiətə olan münasibətlərini dəyişməyəcəkləri, onun ehtiyatlarından səmərəsiz istifadəyə son qoymayacaqları təqdirdə bu prosesin onların özlərinə qarşı çevriləcəyini və arzuolunmaz nəticələrə gətirib çıxaracağını anlayırlar.

Ekoloji deqradasiyanın müəyyən edilməsində çoxsaylı faktorların rolunu təsvir edən ilk cəhdlərdən biri Amerikanın ekologiya mütəxəssisi Pol Ehrlix (Paul Ehrlich) və fizik Con Holdren (John Holdren) tərəfindən irəli sürülmüş İPAT bərabərliyi idi. O, əhalinin (P), sərvətin (A) və texnologiyanın (T) ətraf mühitin məruz qaldığı təsirə (İ) multiplikativ töhfəsini təsvir edir.

İ = P x A x T

Ətraf mühitə təsir (İ) resursların tükədilməsi və tullantıların toplanması baxımından ifadə oluna bilər; əhali (P) ümumi əhali sayını ifadə edir; sərvət (A) həmin bu əhalinin istehlak səviyyəsini ifadə edir; texnologiya (T) resursları əldə etmək və bu resursları faydalı məhsula və tullantıya çevirmək üçün istifadə edilən prossesi ifadə edir. Bu düstur ilk dəfə artan dünya əhalisinin ətraf mühitə töhvəsini ifadə etmək üçün istifadə edilmişdir, lakin o zaman dünya əhalisinin sayı hazırda olduğundan iki dəfə az idi. Düstur müxtəlif ölkələrin ətraf mühitlə bağlı öhdəliklərinin səviyyəsini ümumi şəkildə müəyyən etməyə imkan verir. Əhali artımının 90%-i inkişaf etməkdə olan ölkələrin payına düşür ki, bu da təbii resurslar üzərində daha böyük ağırlıq yaradır. BMT-nin proqnozlarına görə 2050-ci ildə dünya əhalisinin sayı 9.5 milyarda çatmış olacaq. Buna görə də həmin ölkələr əhalinin (P) sayını sabitləşdirmək və onun ətraf

mühitə olan təzyiqini (**İ**) azaltmaq üçün təcili olaraq öz demoqrafik siyasətlərini yenidən nəzərdən keçirməlidirlər. İnkişaf etmiş və keçid iqtisadiyyatı dövründə yaşayan ölkələr nəqliyyat vasitələrinin, sənaye müəssisələrinin və digərlərin səbəb olduğu çirklənmənin səviyyəsini azaltmaq üçün qabaqcıl texnologiyalar tətbiq etməlidirlər.

Təbiətdə biomüxtəlifliyi qorumaq son dərəcə vacib məsələlərdən biridir. Canlı aləmin özü dünyanı əhatə edən çansız elementlərdən də asılıdır ki, bunu da ətraf mühitin amilləri adlandırırlar. Ətraf mühiti qorumaq üçün, onun amillərini ətraflı və dərindən bilmək çox vacibdir. Ətraf mühit amillərini çox vaxt ekoloji ammillər də adlandırırlar. Ətraf mühitin qorunmasında mənşəyinə görə ekoloji amillər əsasən cansız (və ya abiotik) amillərə və canlı (biotik) amillərə bölünür. Bundan əlavə elmi-texniki inkişafın, cəmiyyətin yaşayışının daha da yaxşılaşması üçün yaradılan və təbiətə təsir edərək onun dəyişdirilməsinə yönələn antropogen amillər də mövcuddur. Antropogen amillər insanların fəaliyyəti ilə əlaqədar olduğundan və onların təsirinin planetimizi əhatə etdiyindən, bu məsələlərlə bağlı keçirilən bütün mühüm tədbirlər beynəlxalq əhəmiyyət kəsb edir. Bu səbəbdən də belə məsələlərlə əlaqədar bütün dövlətlər Beynəlxalq Konvensiyalara qoşularaq razılaşma və müqavilələr imzalayırlar.

Ölkəmizin Beynəlxalq Konvensiyalara qoşularaq beynəlxalq aləmə inteqrasiyası, 1991-ci ildə öz müstəqilliyini əldə etdikdən sonra başlamışdır. Bu inteqrasiyanın bir hissəsi ətraf mühitin qorunmasına və ətraf mühitin resurslarından istifadəyə yönəldilmiş Konvensiyalara qoşulmaqdan ibarətdir. Ölkəmizin parlamenti olan Milli Məclis ətraf mühitə dair bir sıra Konvensiyaları ratifikasiya etmişdir.

Torpaq, su və təbii xammaldan səmərəli istifadə edilməməsi ekoloji tarazlığın pozulmasına səbəb olur. Bu sənaye üzrə iqtisadi ekoloji sistemin təmin edilməsini zəruri edir. Bu baxımdan az tullantılara nail olmaq, havanı zəhərləyən qazların qarşısının alınması, suya axıdılan zərərli maddələrin ləğv edilməsi, atmosferə tullanan zəhərli maddələrin həmcinin azaldılması, qurunt sularının aradan qaldırılması üçün ciddi tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir. İnsanların fəaliyyəti prosesində ekoloji amillər ilə qarşılıqlı əlaqəyə girməsi artıq muasir cəmiyyətin tələbatına çevrilərək ekoloji-iqtisadi sistemi formalaşdırır. Odur ki, təbiətdən istifadə edilməsinin və ətraf mühitin mühafizəsinin idarə olunması tərəqqipərvər bəşəriyyətin, cəmiyyətin qarşısında duran başlıca vəzifədir. Bu məsələnin qoyuluşu və həlli kompleks qiymətləndirilmədikdə heç bir nəticə vermir. Azərbaycan Respublikasında ekoloji tarazlığın pozulmasının qarşısının alınması üçün ilk növbədə dövlət investisyaları artırmaqla ətraf mühitə atılan zəhərləyici maddələrin azalmasına nail ola bilir. Ehtiyatların rasional istifadəsi və ətraf mühitin mühafizəsi üzrə monitorinqlər keçirilir. Monitorinq insanların təsərrüfat fəaliyyəti ilə əlaqədar olaraq təbii mühitdə baş verən dəyişikliklərə nəzarət və müşahidə sistemidir.

Su ehtiyatları istənilən dövlət üçün ən qiymətli resurslardan biridir. Əhalinin artımı və iqtisadiyyatın inkişafı şəraitində dünyada su ehtiyatlarından istifadə sürətlə artır və əksər region və ölkələrdə su təminatı kəskin şəkildə pisləşir.

BMT-nin 2018-ci ildə nəşr olunmuş Dünyanın Su İnkişafı Hesabatına əsasən iqtisadiyyatın inkişafı və əhalinin artması səbəbindən suya olan tələbat hər il təqribən 1% artır və bu əsasən inkişaf etməkdə olan ölkələrdə daha çox özünü biruzə verir. Hazırda dünya əhalisinin 40%-dən çoxu su qıtlığı problemindən əziyyət çəkir və iqlim dəyişikliyi nəticəsində 2050-ci ilə qədər bu rəqəmin artacağı proqnozlaşdırılır.

Ölkəmizə gəlincə, araşdırmalara görə Cənubi Qafqazın ümumi su ehtiyatının yalnız 10 faizi Azərbaycanın payına düşür. Ölkənin su ehtiyatlarının təqribən 70%-i qonşu dövlətlərin ərazisində formalaşır və Azərbaycan üçün regional su resurslarının dövlətlərarası ədalətli bölünməsi məsələsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Respublikanın ərazisinin 3/4 hissəsi ölkənin ən böyük su arteriyası olan Kür və Araz çayı hövzələrinin aşağı relyefində yerləşdiyindən, çayların qonşu dövlətlərin ərazilərində çirklənməsi ekoloji gərginlik yaradır [4].

Dinamik iqtisadi inkişafla əlaqədar ölkədə kifayət qədər iri su istifadəçiləri yaranmışdır ki, onların da fəaliyyət sahəsində içməli sudan təyinatına uyğun olmayaraq səmərəsiz istifadə və israfçılıq hallarına yol verilir. İçməli su təchizatı sisteminin təkmilləşdirilməsi və suvarma kanallarının rekonstruksiyası istiqamətində aparılan genişmiqyaslı işlərə baxmayaraq hələ də bu sahədə çox böyük miqdarda su itkisi mövcuddur. Belə ki, təbii mənbələrdən götürülən suyun istehlakçıya çatdırılması prosesində böyük itkiyə yol verilir ki, bu da az su ehtiyatlarına malik olan ölkəmiz üçün böyük rəqəm hesab olunur.

Hazırda ölkəmizdə su qıtlığının qarşısının alınması məqsədi ilə yeni alternativ su mənbələrinin yaradılması istiqamətində müvafiq işlər həyata keçirilir. İşğaldan azad olunmuş ərazilərimizdən su ehtiyatlarından səmərəli və keyfiyyətli istifadə olunması üçün böyük layihələr həyata keçirilitr. Həkəri çayından Bakı şəhərinə su xəttinin çəkilməzi planlaşdırılır. Su istehlakçılarının tələbatının tam ödənilməsi məqsədilə əlavə müxtəlif tutumlu yeni su anbarlarının yaradılması ölkənin su təhlükəsizliyində mühüm rol oynaya bilər. Yaxın gələcəkdə alternativ su mənbələrinin axtarışı, yağış sularından istifadə olunması, dəniz suyunun duzsuzlaşdırılması, sudan təkrar istifadə kimi amillər də nəzərə alınmalıdır.

Su hövzələrinin çirkləndirilməsi ölkənin əsas ekoloji problemlərindəndir. Kanalizasiya sistemlərinin və müvafiq təmizləyici qurğuların qurulması hesabına su mənbələrinin çirklənməsinin qarşısı alınmalıdır.

1995-ci ildən etibarən Azərbaycan "Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı"nın üzvüdür. Burada əsas məqsəd gəmiçiliklə əlaqədar dəniz və okean sularının çirklənməsinin qarşısının alınmasında büynəlxalq əməkdaşlığı inkişaf etdirməkdir.

Ətraf mühitin keyfiyyəti yalnız dövlətin ekologiya sahəsində həyata keçirdiyi siyasətdən asılı deyil. O eyni zamanda ölkə daxilindəki o cümlədən beynəlxalq şirkətlərin fəaliyyətindən və onların ekologiya sahəsində apardığı siyasətdən də asılıdır.

Ətraf mühitin və təbii sərvətlərin qorunması müharibə və sülh problemlərindən sonra bəşəriyyət qarşısında duran ən vacib problemdir. Çünki, insan yaranan gündən (1-5 mln. il) təbiətə təsir edir. Müasir dövrdə isə elmi-texniki inqilab insanın təbiətə təsirini daha da gücləndirmişdir. Təbiətdən asılılıq azalıb, təbii sərvətlərdən istifadə isə asanlaşmışdır. Müasir elmi-texniki inqilab yaşadığımız mühitə həm də mənfi təsir edir: sular, hava və torpaq çirklənir, yararsız hala düşür, canlı aləm üçün təhlükəli vəziyyət yaranır. İndi insanlar yerin daha dərinliklərini öyrənməyə cəhd edir, dəniz və okeanların dibinə nüfuz edirlər, kosmosa, digər planetlərə yol açırlar. Planetimizdə isə artıq insan ayağı dəyməyən yer yoxdur.

Təbii ehtiyatların tükənmə, çirklənmə və sıradan çıxma təhlükəsi ondan kompleks planlı qaydada, qənaətlə istifadə etməyi tələb edir. Ona görə də hazırkı şəraitdə dünya ölkələrində ətraf mühitin qorunmasının və təbii ehtiyatlardan istifadənin kompleks planlaşdırılması vacib amil kimi ön plana çəkilir. Kompleks planlaşdırma təbii ehtiyatlardan ardıcıllıqla, səmərəli istifadə etməyə, onun aktiv elementlərlə çirklənməsinin qarşısını almağa şərait yaradır [3].

Torpaq, su və təbii xammaldan səmərəli istifadə edilməməsi ekoloji tarazlığın pozulmasına səbəb olur. Bu sənaye üzrə iqtisadi ekoloji sistemin təmin edilməsini zəruri edir. Bu baxımdan az tullantılara nail olmaq, havanı zəhərləyən qazların qarşısının alınması, suya axıdılan zərərli maddələrin ləğv edilməsi, atmosferə tullanan zəhərli maddələrin həmcinin azaldılması, qurunt sularının aradan qaldırılması üçün ciddi tədbirlərin həyata keçirilməsi zəruridir. İnsanların fəaliyyəti prosesində ekoloji amillər ilə qarşılıqlı əlaqəyə girməsi artıq muasir cəmiyyətin tələbatına çevrilərək ekoloji-iqtisadi sistemi formalaşdırır. Odur ki, təbiətdən istifadə edilməsinin və ətraf mühitin mühafizəsinin idarə olunması tərəqqipərvər bəşəriyyətin, cəmiyyətin qarşısında duran başlıca vəzifədir. Bu məsələnin qoyuluşu və həlli kompleks qiymətləndirilmədikdə heç bir nəticə vermir. Azərbaycan Respublikasında ekoloji tarazlığın pozulmasının qarşısının alınması üçün ilk növbədə dövlət investisyaları artırmaqla ətraf mühitə atılan zəhərləyici maddələrin azalmasına nail ola bilir. Ehtiyatların rasional istifadəsi və ətraf mühitin mühafizəsi üzrə monitorinqlər keçirilir. Monitorinq insanların təsərrüfat fəaliyyəti ilə əlaqədar olaraq təbii mühitdə baş verən dəyişikliklərə nəzarət və müşahidə sistemidir [2].

Müasir dövrdə hər bir iri şirkətin öz ekoloji siyasəti mövcuddur ki, bu siyasət həmin şirkətin uğurlu fəaliyyəti üçün şərait yaradır. Bu uğurun bir sirri də ondadır ki, yüksək ekoloji standartları tətbiq edən şirkət əhali tərəfindən dəstəklənir və istehlakçıların onların məhsullarına marağı daha artıq olur. Beləliklə, yüksək ekoloji standartlar yüksək iqtisadi göstəricilərə çevrilir.

İnsanın mövcud olduğu tarix boyu bəşəriyyətin təşəkkül tapması və inkişafı enerjinin əldə edilməsi və istifadəsi ilə sıx bağlıdır. İnsanın tələbatı yalnız enerjinin əldə olunması şəraitində ödənilə bilər: enerji nə qədər əlverişli və asan əldə edilərsə, insanın həyat keyfiyyəti yüksək və ömrü uzun olar. İlk enerji sıçrayışı insanın odu əldə etdiyi, oddan istifadə etdiyi və saxlamağı öyrəndiyi vaxt olmuşdur. Bu zaman

əsas enerji mənbəyi ağac və digər bitki materialları üzərində insanın özünün əzələ gücündən ibarət olmuşdur.

Energetika bütün sənaye sahələrinin, nəqliyyatın, məişət və kənd təsərrüfatının inkişafının əsas istiqamətləndirici (hərəkətverici) faktoru, əmək məhsuldarlığını və əhalinin rifahını yüksəltməyin əsası sayılır. Energetika müəssisələrinin ətraf mühitin çirklənməsində payı olduqca böyükdür.

Müasir dünyada energetika sənayenin baza sahələrinin inkişafının əsasını təşkil edərək, ictimai istehsalın tərəqqisini müəyyən edir. Sənaye cəhətdən inkişaf etmiş bütün ölkələrdə energetikanın inkişaf tempi digər fəaliyyət sahələrinin tempini ötüb keçir. Lakin bununla yanaşı, energetika biosferin bir hissəsi olan ətraf mühitə və insana mənfi təsir göstərən mənbələrdən biri sayılır. Energetika ətraf mühitə müxtəlif cür təsir göstərir [1]:

- Atmosferə oksigendən istifadə etməklə, qaz, rütubətlik, kül buraxmaqla;

- Hidrosferə – sudan istifadə etmək, su anbarları yaratmaq, çirkab və qızdırılmış sular, maye tullantıları atmaqla;

- Litosferə – landşaftı dəyişmək, qazıntı yanacağından istifadə etmək, toksin (zəhər) atmaqla;

- Biosferə – abiotik faktorları dəyişmək və çirkləndiricilərin bilavasitə canlı orqanizmlərə təsir göstərmək, ekosistemlərdə idarəedici əlaqələrin fəaliyyətini pozmaqla.

NƏTİCƏ

Son dövrlərə qədər energetikada olan nailiyyətlər insanda heç bir təşviş doğurmurdu, hətta əksinə, bu 186 bəşəriyyətin sivilyaziyasının yüksək inkişaf səviyyəsini səciyyələndirirdi. Təxminən 70-ci illərin sonlarında planetar iqlim sisteminə böyük antropogen təzyiq haqqında ciddi məlumatlar meydana gəldi. Energetikanın böyük hissəsi (80%-ə qədər) üzvi qazıntı yanacaqlarının (neft, kömür, qaz, torf), həmçinin bir qədər az həcmdə oduncağın yandırılması zamanı alınan enerjidən istifadə edilməsi ilə bağlıdır. Məlum olduğu kimi bu, atmosferə çoxlu miqdarda karbon qazının atılmasına səbəb olur, bu isə Yer səthindən əks olunan günəş şüalarını saxlamaq qabiliyyətinə malikdir.

Bərpa olunmayan enerji mənbələrindən istifadədə faydalı qazıntılar tükənməklə yanaşı, həm də mənfi nəticələrə gətirib çıxarır: atmosfer istilik çirklənməyə məruz qalır, nəqliyyat və enerji qurğuları vasitəsilə atmosferin oksigeni intensiv sərf olunur, ətraf mühit zərərli tullantılarla çirkləndirilir, nüvə enerjisindən istifadə edildikdə isə texnogen fəlakətin baş vermə təhlükəsi yaranır. Azərbaycanda bərpa olunan enerji ehtiyatlarından hal-hazırda istifadə 17-18% qiymətləndirlilir. Buraya çayların üzərində qurulan Su Elektrik Stansiayaları, Günəş və Külək Energetik qurğuları aiddir. 20230-cu ilə kimi bərpa olunan enerji qurğularının ümumi enerji sistemində payını 30%-ə çatdırılması nəzərdə tutulur.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Məmmədov, Q.Ş. və Xəlilov, M.Y. Ekologiya, ətraf mühit və insan. Bakı: Elm, 2006, 608 s.

2. Cəfərova, R.M. Təbiətdən istifadənin iqtisadiyyatı. Dərs vəsaiti. Bakı, 2014, 285 s.

3. İbrahimov, İ.H. Ətraf mühitin iqtisadiyyatı. Bakı: Biznes Universiteti, 2015, 357 s.

4. İsmayılov, M.B. İşğaldan azad olunmuş ərazilərdə infrastrukturun bərpası məsələləri. ADPU, Beynəlxalq Konfransın materialları, 2022.

UOT 518(075) + 519.6

LAQRANJ İNTERPOLYASİYA ÇOXHƏDLİSİNİN DETERMİNANTLARLA İFADƏSİ VƏ BUNUN TƏTBİQLƏRİ

dos. Rəsulov Mehman Bulud oğlu

ORCİD:0009-0000-3079-1163

Osmnaova Gülnigar Saleh qızı

ORCİD:0009-0008-9732-5122

Rzayeva Lalə Xanlar qızı

ORCİD :0009-0007-4539-1921

Xülasə

Məqalədə məsələnin qoyuluşu, həndəsi mənası və interpolyasiya çoxhədlisinin müxtəlif yazılış formaları verilir. İnterpolyasiya çoxhədlisinin determinantlarla ifadəsinin çıxarılışı iki üsulla təqdim olunur.

Qeyd edilir ki, interpolyasiya çoxhədlisini determinantla ifadə etdikdə verilmiş düyün nöqtələri arasında nizam tələb edilmir, həmin nöqtələrin cüt-cüt müxtəlif olması kifayət edir, yeni düyün nöqtələri qəbul edildikdə də əvvəlki nöqtələrin nizamı qüvvədə qalır. İnterpolyasiya çoxhədlisini determinantla ifadə etdikdə hesablama işləri üçün EXCEL və digər tətbiqi proqramlardan istifadə etmək əlverişli olur.

İnterpolyasiya çoxhədlisinin determinatlarla ifadəsinin aşağıdakı tətbiqləri vardır:

1. İnterpolyasiya çoxhədlisinin dərəcəsini asanlıqla müəyyən etmək olur.
2. İnterpolyasiya çoxhədlisinin standart formasını tapmaq (çoxhədlini qüvvət sırası şəklində ifadə etmək) asanlaşır.
3. İnterpolyasiya çoxhədlisinin ixtiyari tərtibdən diferensialını tapmaq olur.
4. İnterpolyasiya çoxhədlisinin müəyyən və qeyri-müəyyən inteqrallarını tapmaq olur.
5. Tərs interpolyasiyadan istifadə etməklə qeyri-xətti tənliyi təqribi həll etmək olar.
6. Teylor sırasının əmsallarını tapmaq olar.
7. İrrasional ədədi təqribi müəyyən etmək olur.
8. Funksiyanı cədvəl şəklində ifadə etmək olur.
9. Verilən şərtlər içərisində xətti asılı olanları müəyyən etmək olar.
10. Digər məsələlərin həlli üçün analoji qaydada düstur yazmaq olur.

Açar sözlər. İnterpolyasiya çoxhədlisi. Determinantların tətbiqi.

Giriş:

Məqalədə interpolyasiya məsələsinə baxılır. Qeyd edilir ki, interpolyasiya məsələsinin həlli üçün ənənəvi olaraq müxtəlif üsullar təklif edilmişdir (Laqranj, Nyuton Qauss, Strilinq, Bessel düsturları və s.).

Məsələnin həndəsi mənası göstərilmişdir.

İsbat edilir ki, interpolyasiya məsələsinin determinantlarla ifadə etmək mümkündür (düstürün çıxarılışı üçün iki müxtəlif üsul təklif edilir). Qeyd edilir ki, lazım gələn iki determinatdan biri digərinin bir

elementinin cəbri tamamlayıcısıdır, və ona görə də məsələnin həlli üçün bir determinat tərtib etmək kifayətdir. Düyün nöqtələri arasında nizam tələb edilmir, ona görə də yeni düyün nöqtəsi qəbül etdikdə əvvəlki nizamı dəyişməyə ehtiyac qalmır. Düyün nöqtələri bərabər addımlı olmaya da bilər. Axtarılan çoxhədlinin dərəcəsini tapmaq, habelə məsələnin qoyuluşunda verilmiş şərtlərin içərisində xətti asılı olanları müəyyən etmək mümkündür.

Fərz edək ki, $y = f(x)$ funksiyasının $[a,b]$ parçasında $n+1$ sayda qiyməti verilib $[cədvəl\ 1]$:

$y_0 = f(x_0),\quad y_1 = f(x_1),\ldots,\ y_n = f(x_n),\quad (x_i \neq x_j,\ i \neq j)$.

Cədvəl 1

x	x_0	x_1	x_2	...	x_n
y	y_0	y_1	y_2	...	y_n

Burada cüt-cüt müxtəlif $x_0, x_1, \ldots, x_n \epsilon [a,b]$ nöqtələri interpolyasiyanın düyün nöqtələri adlanır. Cədvəl1-də verilmiş funksiya üçün elə $p(x)$ analitik ifadəsi tapmaq tələb olunur ki, onun qiymətləri interpolyasiyanın düyün nöqtələrində funksiyanın verilmiş qiymətləri ilə üst- üstə düşsün, yəni

$$y_0 = p(x_0) = f(x_0), y_1 = p(x_1) = f(x_1),\ldots, y_n = p(x_n) = f(x_n). \qquad (1)$$

Düyün nöqtələrindən fərqli nöqtələrdə funksiyanın qiymətinin tapılması prosesi $f(x)$ funksiyasının interpolyasiya olunması adlanır. $x \in [a,b]$ olduqda $f(x)$ -in təqribi qiymətinin tapılması kiçik mənada interpolyasiya etmə adlanır. $\bar{x} \in [a,b]$ olduqda $f(x)$ -in təqribi qiymətinin tapılması ekstopolyasiya olunma adlanır.

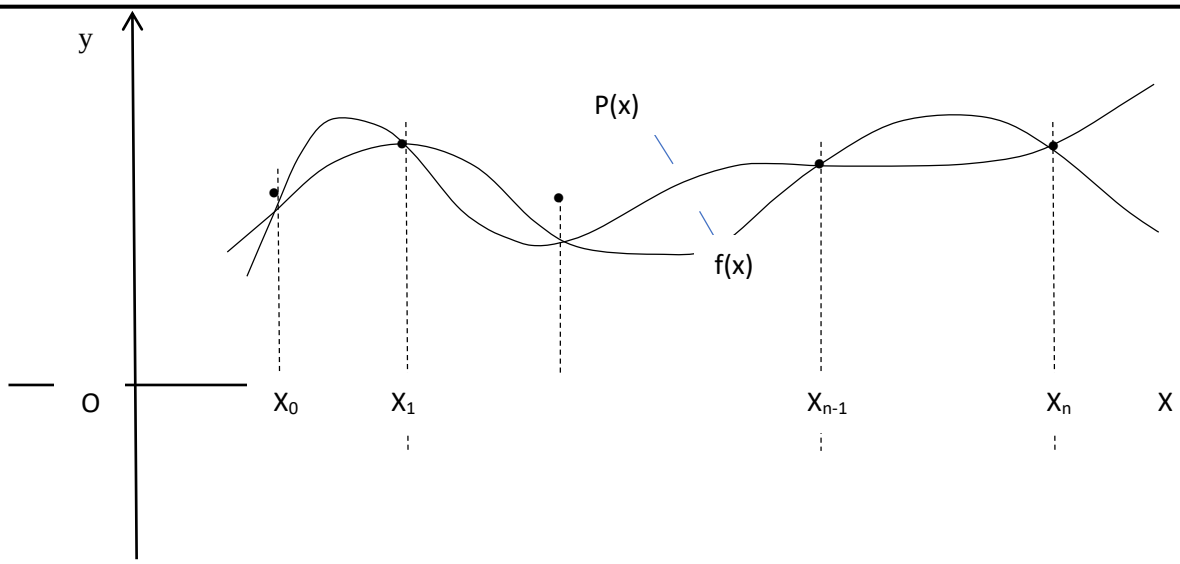
Bir dəyişəndən asılı olan $f(x)$ funksiyası üçün interpolyasiya etmənin həndəsi mənası şəkil1-də göstərilən $(x_0, y_0), (x_1, y_1),\ldots,(x_n, y_n)$ nöqtələrindən keçən əyrinin qurulmasından ibarətdir. Göründüyü kimi, bu nöqtələrdən sonsuz sayda müxtəlif əyri keçirmək olar. Əgər interpolyasiya edən $p(x)$ funksiyasını dərəcəsi n -i açmayan çoxhədli kimi götürsək, onda məsələnin həlli birqiymətli olar, yəni

$$p_n(x_0) = y_0,\ p_n(x_1) = y_1,\ldots,\ p_n(x_n) = y_n. \qquad (2)$$

Bu şərtləri ödəyən $p_n(x)$ çoxhədlisi interpolyasiya çoxhədlisi, uyğun düsturlar isə interpolyasiya düsturları adlanır. İnterpolyasiya məsələsinin həlli üçün bir neçə düstur vardır (parabolik interpolyasiya, triqonometrik interpolyasiya, Laqranj, Nyuton, Qauss, Stirlinq, Bessel düsturları və s.) [8,səh.174; 3,səh.88].

Laqranj interpolyasiya çoxhədlisi aşağıdakı kimi yazılır [3, səh.89; 4,səh14; 9, səh21]:

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^{n} y_i \frac{(x-x_0)\ldots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\ldots(x-x_n)}{(x_i-x_0)\ldots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\ldots(x_i-x_n)}. \qquad (3)$$



Şəkil 1

Cədvəl1 ilə verilmiş $f(x)$ çoxhədlisi aşağıdakı bərabərliyi ödəyir [1, səh.319; 2, səh.493]:

$$\begin{vmatrix} 1 & x & x^2 & \dots & x^n & f(x) \\ 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n & y_0 \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n & y_1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n & y_n \end{vmatrix} = 0. \qquad (4)$$

Buradan yaza bilərik:

$$\begin{vmatrix} f(x) & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = 0$$

$$f(x) \cdot A_{11} = (-1) \cdot \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}, \quad A_{11} = \begin{vmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} \qquad (5)$$

A_{11}- Vandermon determinantıdır: $A_{11} \neq 0$ [2, səh. 153].

Beləliklə, Laqranj interpolyasiya çoxhədlisi determinantlarla ifadə edildi [5, səh. 145; 7, səh. 61]:

$$f(x)=\frac{-1}{A_{11}}\begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}. \quad (6)$$

(6) düsturunun doğruluğunu başqa yolla da isbat etmək olar. Bu məqsədlə aşağıdakı teoremdən istifadə edək.

Teorem. Dərəcəsi n-i aşmayan iki $f(x)$ və $g(x)$ çoxhədliləri n-dən çox sayda nöqtədə eyni qiymətlər alarsa, onda $f(x)$ və $g(x)$ çoxhədliləri üst - üstə düşür $[2, səh. 490]$.

Göstərək ki, (6) bərabərliyi ilə müəyyən olunan $f(x)$ funksiyası (1) şərtlərini ödəyir. Məsələn, $x = x_0$ olarsa, (6)-dan yaza bilərik:

$$f(x_0)=\frac{-1}{A_{11}}\begin{vmatrix} 0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}$$

Birinci sətiri -1-ə vurub ikinci sətir üzərinə əlavə etsək:

$$f(x_0)=\frac{-1}{A_{11}}\begin{vmatrix} 0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = \frac{y_0}{A_{11}}\begin{vmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = y_0 .$$

Digər şərtlər də analoji qaydada yoxlana bilər.

Qeyd1. (6) düsturundan istifadə etdikdə x_i-lər arasında nizam tələb edilmir, yəni yeni düyün nöqtələri qəbul etdikdə əvvəlki düyün nöqtələrinin nizamını dəyişmədən (6) determinantında yeni sətir və sütün elementləri müvafiq qaydada yazmaq lazım gəlir. Hesablama işində EXCEL və digər tətbiqi proqramlardan istifadə etmək mümkün olur. A_{11} determinantı (6)-nın sağ tərəfindəki determinantın a_{11} elementinin cəbri tamamlayıcısıdır, ona görə də hesablama vaxtı ikinci determinantı yazmağa ehtiyac qalmır. Düsturdan göründüyü kimi, nəticədə alınan çoxhədlinin dərəcəsini də müəyyən etmək asanlaşır. x^n-in cəbri tamamlayıcısını hesblamaqla (6) çoxhədlisinin dərəcəsini tapmaq olur. Əgər x^n-in cəbri tamamlayıcısı olan $A_{1,n+2}$ kəmiyyəti sıfıra bərabər olarsa, onda cədvəl 1-də son sütunu çıxara bilərik, yəni (6) determinantında sonuncu sətir və sütunu pozub $n-1$ dərəcəli çoxhədli alırıq:

$$f_1(x) = \frac{-1}{A_{11,1}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^{n-1} \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^{n-1} \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n-1} & 1 & x_{n-1} & x_{n-1}^2 & \dots & x_{n-1}^{n-1} \end{vmatrix}, (6')$$

burada $A_{11,1}$ kəmiyyəti (6′)-in sağ tərəfindəki determinantda birinci sətirlə birinci sütunun kəsişməsində yerləşən elementin (0-ın) cəbri tamamlayıcısıdır. Analoji qaydada $f_1(x)$ çoxhədlisinin də dərəcəsini tapa bilərik.

Beləliklə, Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin determinantlarla ifadəsinin bir neçə aşağıdakı tətbiqlərini deyə bilərik:

1. İnterpolyasiya çoxhədlisinin dərəcəsini asanlıqla müəyyən etmək olur.

2. İnterpolyasiya çoxhədlisinin standart formasını tapmaq asanlaşır. ((3) düsturunun əsas çətinliyi bundadır). Bu məqsədlə (6) bərabərliyində $f(x') \neq 0$ şərtini ödəyən $\forall x = x'$ qəbul edib, (6) nın sağ tərəfində determinantın I sətr elementlərinin cəbri tamamlayıcılarını tapmalıyıq. Bu məqsədlə iki üsulu təklif etmək olar: a) Fərz edək ki,

$$f(x) = \gamma_0 + \gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \cdots + \gamma_n x^n, \qquad (7)$$

γ_i-ni tapmaq üçün (6) münasibətində I sətirdə x^i yerində 1 yazıb, qalan elementləri sıfra bərabər götürmək olar, yəni (7)-dəki bütün əmsalları tapmaq üçün $(n+1)$ sayda $(n+2)$ tərtibli determinant hesablamalıdır.

b) (6)-nın sağ tərəfində $f(x') \neq 0$ şərtini ödəyən $\forall x = x'$ qəbul edib uyğun tərs matrisi hesablamalı (yalnız bir dənə tərs matris hesablanır).

Misal 1. Cədvəl 2-də verimiş funksiyanın $x = 4$ nöqtəsində qiymətini, dərəcəsini və standart formasını tapın.

Həlli. (6) düsturundan istifadə edək (cədvəldə 4 sütün var, deməli, funksiyanı kub çoxhədli şəklində axtarmalıyıq):

Cədvəl 2

x	-1	*0*	*1*	*2*
y	2	*1*	*2*	*5*

$$f(x) = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & x^3 \\ 2 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5 & 1 & 2 & 4 & 8 \end{vmatrix}$$

Bu funksiyanın $x = 4$ nöqtəsində qiyməti $f(4) = 17$ olur. Funksiyanın dərəcəsini tapmaq üçün sağ tərəfdəki determinanrtda $x = 1$ yazaq (cədvəl 2-yə görə, $f(1) = 2 \neq 0$), yəni uyğun matrisin tərsi vardır. Determinantı və *F* tərs matrisini EXCEL-in riyaziyyat kateqoriyasındakı МОПРЕД və МОБР funksiyası ilə tapaq:

$$F=\begin{bmatrix} -0,5 & 8,88E-0,7 & -1,8E-16 & 0,5 & 0 \\ 0,5 & -1,7E-16 & 1 & -0,5 & 5,55E-17 \\ 7,4E-17 & -0,3333 & -0,5 & 1 & -0,16667 \\ 0,5 & 0,5 & 1 & 0 & -5,6E-17 \\ -8,3E-17 & -1,1667 & 0,5 & -0,5 & 0,166667 \end{bmatrix}$$

$f(x)$ funksiyasının determinant ilə ifadəsində x arqumentinin qiymətləri birinci sətirdə yazılıb, ona görə də F matrisinin 1-ci sütun elementlərindən istifadə etməliyik,

$\beta_1 = [-0,5; 0,5; 7,4E-17; 0,5; -8,3E-17]$ əvəzində

$\beta_2 = [-0,5; 0,5; 0; 0,5; 0]$ vektorundan istifadə edək.

$f(x) = \omega(0,5 + 0 \cdot x + 0,5x^2)$ şəklində ifadə aldıq ($f(x)$-in ifadəsində $-1/A_{11}$ əmsalı vardır, bunu hesablamağa ehtiyac yoxdur). $f(1) = 2$ olduğundan $f(1) = \omega(0,5 + 0,5) = 2$ alırıq, buradan $\omega = 2$ tapırıq, deməli, axtarılan çoxhədli $f(x) = 1 + x^2$ şəklindədir, yəni çoxhədlinin dərəcəsi $n = 2$ tapıldı (cədvəl 2 yoxlana bilər).

Misal 2. $y = sinx$ üçün interpolyasiya çoxhədlisi yazın.

Həlli. Arqumentlər üçün

$\{0; 0,01; 0,025; -0,01; -0,025; 0,3; -0,3; 0,4; -0,4\}$ çoxluğunu qəbul edək. (6) düsturundan istifadə edərək uyğun matrisi tərtib edərək, həmin matrisin tərsini tapaq. Tərs matrisin I sütununda

$$\beta_1 = [-1,192; 7,59E-19; 1,1928; -3,1E-17; -0,1988; 1,4E-15; 0,009940; -1.1E-14; -0,0002357]$$

vektorunu alırıq. Axtarılan funksiya

$f(x) = \delta[1,1928x - 0,1988x^3 + 0,009940x^5 - 0,0002357x^7]$ şəklndədir. Bütün əmsalları x-in əmsalına bölsək, $f(x) = x - 0,166666664x^3 + 0,008333258x^5 - 0,000197588x^7 + \cdots$ münasibətini alırıq, bu da

$$f(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots$$

Teylor düsturunun ifadəsinə ,yəni

$f(x) = x - 0,16666666x^3 + 0,0083333333x^5 - 0,000198413x^7 + \cdots$ düsturuna uyğundur.

3. İntrerpolyasiya çoxhədlisinin ixtiyari tərtibdən diferensialını tapmaq olur ($\forall x \epsilon [a,b]$ üçün $f^{(k)}(x)$ funksiyasını hesablamaq olur) [6, $səh.$ 253].

$f(x)$ və $f^{(k)}(x)$ funksiyalarının standart formasını tapmaq mümkündür. Bu məqsədlə (6)-dan və

$$f^{(k)}(x) = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 0 & x^{(k)} & (x^2)^{(k)} & \dots & (x^n)^{(k)} \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}, (k = 1,2,\dots). \qquad (8)$$

düsturundan istifadə etmək olar ((6) və (8) düsturlarını birləşdirmək mümkündür).

4. İnterpolyasiya çoxhədlisinin müəyyən və qeyri-müəyyən ineqrallarını tapmaq olur.

(6)-dan yaza bilərik:

$$\int f(x)dx = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & b_0(x) & b_1(x) & b_2(x) & \dots & b_n(x) \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = g_1(x)$$

$$b_i(x) = \int x^i dx; \quad i = 0,1,\dots,n;$$

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & c_0 & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix},$$

$$c_i = \int_a^b x^i dx; \quad i = 0,1,\dots,n;$$

Qeyd 2. $g_1(x)$ funksiyasının qeyri-müəyyən inteqralı adi qaydada hesablanır.

5. Tərs interpolyasiyadan istifadə etməklə qeyri-xətti tənliyi təqribi həll etmək olur [8, səh. 547] . Əgər $g(x) = 0$ tənliyi verilibsə, dəqiq kökə yaxın olan $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ nöqtələri üçün $y_i = g(x_i)$ $(i = \overline{0,n})$ qiymətlərini hesablayıb

$$x = \frac{-1}{A'_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & y & y^2 & \dots & y^n \\ x_0 & 1 & y_0 & y_0^2 & \dots & y_0^n \\ x_1 & 1 & y_1 & y_1^2 & \dots & y_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & 1 & y_n & y_n^2 & \dots & y_n^n \end{vmatrix} \qquad (9)$$

bərabərliyindəki determinantın I sətrində $y = 0$ qəbul etməli, burada A'_{11} ilə (9) determinantının birinci sətirlə birinci sütunun kəsişməsində duran elementin (0-ın) cəbri tamamlayıcısı işarə edilib.

6. Teylor sırasının əmsallarını tapmaq . Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin (7) şəklində standart formasını yazmaq mümkün olduğundan $x_0 \epsilon [a, b]$ nöqtəsinə yaxın olan nöqtələr üçün cədvəl 1-i tərtib edə bilərik. (n+1) sayda düyün nöqtələrdən istifadə edərək (7) düsturunu yaza bilərik, digər tərəfdən (8)-dən istifadə etmək mümkün olduğundan

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n + \dots \qquad (10)$$

düsturunda əmsalları tapa bilərik.

7. İrrasional ədədi təqribi müəyyən etmək üçün bir neçə üsul təklif etmək olar. İrrasional ədəd qeyri-xətti tənliyin kökü kimi təyin edilə bilər (tərs interpolyasiyadan istifadə etməklə). İrrasional ədədə yaxın olan rasional ədədlərdən istifadə etmək olar.

Misal 3. $a = \sqrt{2}$ ədədini hesablayın. Həlli:

$a = \sqrt{2}$ ədədini $f(x) = x^2 - 2 = 0$ tənliyinin təqribi kökü kimi tapmaq olar.$\sqrt{2}$ ədədinə yaxın ədədlərdən istifadə edərək cədvəl3-ü tərtib edək.

Cədvəl 3

x	1,21	1,3	1,4	1,5
y	$-0{,}5359$	$-0{,}31$	$-0{,}04$	0,25

(9) düsturuna uyğun düsturu yazıb $y = 0$ nöqtəsində hesablayaq:

$$x = \frac{-1}{A_{11}} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1{,}21 & 1 & -0{,}5359 & 0{,}287189 & -0{,}1539 \\ 1{,}3 & 1 & -0{,}31 & 0{,}0961 & -0{,}02979 \\ 1{,}4 & 1 & -0{,}04 & 0{,}0016 & -6{,}4E-05 \\ 1{,}5 & 1 & 0{,}25 & 0{,}0625 & 0{,}015625 \end{vmatrix}$$

Burada A'_{11} ilə sağ tərəfdəki determinantda birinci sətirlə birinci sütunun kəsişməsində yerləşən elementin (0-ın) cəbri tamamlayıcısı işarə edilib, hesablama ilə $x = 1{,}414206137$ tapırıq.

8.Cədvəl tərtib etmək. $y = f(x)$ üçün cədvəl 1-i tərtib etməklə arqumentin digər qiymətləri üçün $y = f(x)$-i interpolyasiya məsələsinin həlli kimi tapa bilərik.

9. İnterpolyasiya məsələnin qoyuluşunda verilən şərtlər içərisində xətti asılı olanları müəyyən etmək olur. Məsələn, cədvəl 2 əsasında axtarılan çoxhədli $f(x) = 1 + x^2$ kimi tapıldı,x^3-nun əmsalı sıfır oldu, deməli, cədvəl 2-də verilmiş sütunların birini çıxarmaq olar.

10. Anoloji düsturların yazılması. Göstərmək olur ki, cədvəl 4-də verilmiş $f(x, y)$ məntiq funksiyasının Jeqalkin çoxhədlisini determinantla ifadə etmək olur [11, $səh71$]:

$$f(x,y) = \frac{-1}{A_{11,2}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & y & xy \\ f_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ f_2 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ f_3 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ f_4 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \pmod 2$$

Burada

$$A_{11,2} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = -1$$

Cədvəl 4

x	y	$f(x,y)$
0	0	f_1
0	1	f_2
1	0	f_3
1	1	f_4

Nəticə. İnterpolyasiya məsələsinin həllini determinantlarla ifadə etmək mümkündür, bu halda lazım gələn iki determinatdan biri digərinin bir elementinin cəbri tamamlayıcısı olduğundan məsələnin həli üçün bir determinant tərtib etmək kifayətdir. Çoxhədlinin standart formasını müəyyən etmək, onun dərəcəsini hesablamaq asanlaşır. Məsələnin qoyuluşunda xətti asılı olan şərtləri tapmaq mümkündür. Bunu hətta Nyuton interpolyasiya məsələsi üçün də anoloji qaydada tətbiq etmək olar, belə ki, Nyuton interpolyasiya çoxhədlisi $[10, səh. 113]$

$N(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)(x - x_1) + a_3(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \cdots$ şəklində axtarıldığından və $a_1, a_2, a_3, \ldots$ əmsalları sıra ilə müəyyən edildiyindən $a_k = 0$ $(k < n)$ olan halda müəyyən edilmiş (k-1) dərəcəli çoxhədlinin bütün şərtləri ödəyib, ödəmədiyini yoxlamaq lazımdır, əgər bütün şərtlər doğru qalarsa, deməli, növbəti əmsalları hesablamağa ehtiyac yoxdur, axtarılan çoxhədli (k-1) dərəcəlidir.

Digər məsələlərin həlli üçün də analoji düsturlar yazmaq mümkündür (hətta məntiq məsələləri üçün).

Düsturların tətbiqlərinə aid misallar göstərilmişdir.

Hesablama işlərində EXCEL-dən və digər tətbiqi proqramlardan istifadə etmək əlverişlidir.

Ədəbiyyat

1. M.S.Əkbərov. Ali cəbr. Bakı: Maarif, 1976, 387 s.

2. M.S. Əkbərov. Cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi. Bakı: Nurlan, 2005, 896 s.

3. Ə.İsmayılov və başqaları. Hesablama metodları və EHM-in tətbiqi. Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, 1991, 236 s.

4. Y. Məmmədov. Təqribi hesablama üsulları. Bakı Universiteti nəşriyyatı, Bakı, 2008, 288 s.

5. M.B.Rəsulov, V.U.Əhmədov, M.S.Məmmədova. Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin determinantlarla ifadə olunması. ADAU-nun Elmi Əsərləri. Gəncə - 2017, №1, səh.145-148.

6. M.B.Rəsulov. Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin yüksək tərtibli törəmələrinin determinantlarla ifadə olunması. Qlobal Tendensiyalar və Müasir Azəbaycan Respublika elmi konfransının materialları. MDU. Mingəçevir – 2018, səh. 253-256.

7. Rəsulov M.B., Əhmədov V.U. Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin müxtəlif yazılış formaları. Xoca Əhməd Yasəvi VII Beynəlxalq Elmi Konfransın Materialları(24-25 fevral, 2023; MDU, Mingəçevir, Azərbaycan) səh.60-64.

8. Б.П.Демидович и И.А.Марон. Основы вычислительной матиматики. Москва, «Наука», 1966, 664с.

9. Калашников А.Л., Потемин Г.В., Федоткин А.М., Фокина В.Н. Методические указания к решению задач по интерполяции функций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский Госуниверситет, 2016,-35с.

10. Г.Н.Воробьева, А.Н.Данилова. Практикум по численным методам. Москва, Высшая школа, 1979, 189 стр.

11. M.B.Rasulov,M.İ.Ahmadov. Utilizing inverse matrises and determinants in analyzing the Zheqalkin polynomial. XI Internatianal Scentific Conferense “Modern Problems of Mathematics and Mechanics”, dedicated to the memory of Nasireddin Tusi, a brilliant Azerbaijani scietist and thinker whu lived in the 13 th centure. (03.07.2024 in Baku, AZERBAIJAN, 71-73).

ROLES of OMEGA UNSATURATED FATTY ACIDS in SMOOTH MUSCLE CONTRACTION-RELAXATION

***Sadettin DEMIREL*[1]**

[1]*Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Bursa, Türkiye*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3629-5344*

***Ipek Nazli SINAG*[2]**

[2]*Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Bursa, Türkiye*

[2]*ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-8810-9276*

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Omega unsaturated fatty acids have therapeutic activities on cardiovascular and respiratory disorders. In this review, we aimed to summarize omega unsaturated fatty acids involved in smooth muscle contraction-relaxation.

Materials and Methods: A literature search was made on PubMed, Semantic Scholar, and ResearchGate databases.

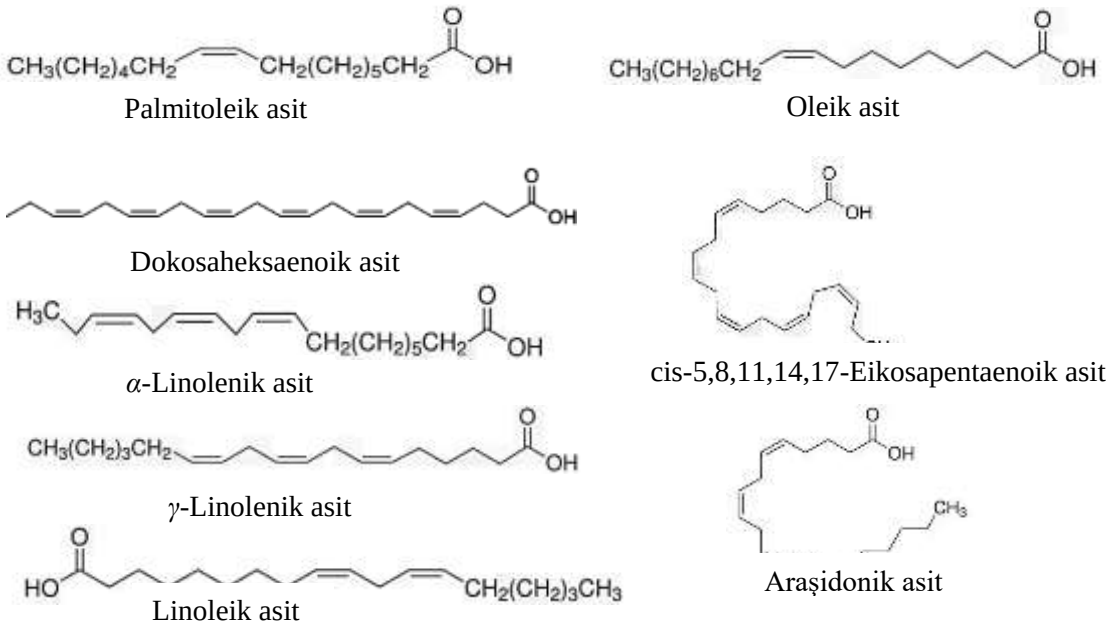
Results: Arachidonic acid had a myorelaxant effect on norepinephrine-contracted aortae in the presence of endothelium. Linoleic acid hyperpolarized arterial smooth muscle membrane through Na^+/K^+ ATPase activity. Docosahexaenoic acid antagonized thromboxane receptors, leading to tracheal smooth muscle relaxation. α-Linolenic acid is the most abundant constituent in flaxseed oil, which enhanced contractions induced by phenylephrine. The excitatory effects are associated with thromboxane A_2, oxidative stress, and partly endothelium removal. γ-Linolenic acid-mediated bronchorelaxant responses were reduced by treatment with methacholine and histamine. Oleic acid caused a decrease in K_{ATP} current, which was partly inhibited by GFX, a protein kinase C inhibitor. cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid stimulated nitric oxide production in arterial rings with endothelium while blunting Ca^{2+}- and serotonin-induced vasocontraction in the absence of endothelium. Palmitoleic acid blocked the transient of inositol triphosphate between smooth muscle and endothelial cells.

Discussion and Conclusion: These results show the effects of omega unsaturated fatty acids on smooth muscle contractility. However, further studies are needed to elucidate the underlying mechanisms involved.

Keywords: Omega unsaturated fatty acids; smooth muscle; contraction; relaxation

GİRİŞ

Doymamış yağ asitleri kardiyoprotektif, vazoprotektif, nöroprotektif, antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri ile insan sağlığı için önemli bir besin kaynağıdır (Subirade & Chen, 2008). Balık yağı, bitki tohumları ve mantar doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengindir (Liu ve ark., 2023). Doymamış yağ asitleri içerdiği çift bağ sayısına göre 2 gruba ayrılır: tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri. Palmitoleik asit ve oleik asit tekli doymamış yağ asitlerine; dokosaheksaenoik asit, cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik asit, α-linolenik asit, γ-linolenik asit, araşidonik asit ve linoleik asit çoklu doymamış yağ asitlerine örnek olarak verilebilir (Şekil 1).



Şekil 1: Tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri.

Palmitoleik asit, bitkilerde ve deniz ürünlerinde bulunan bir omega-7 tekli doymamış yağ asididir (Hernandez, 2016). Palmitoleik asidin insülin duyarlılığı, kolesterol metabolizması ve homeostazi üzerine olumlu etkileri bulunmuştur. Glikoz veya doymuş yağ asitleri tarafından uyarılan pankreatik beta-hücre apoptozunu önleyebildiği ifade edilmiştir (Morgan & Dhayal, 2010). Yağ asidi bağlayıcı protein eksikliği olan farelerde hepatosteatozu baskılayarak adipoz doku-türevli lipid hormonu olarak fonksiyon görür (Yang ve ark., 2011).

Oleik asit, bir omega-9 tekli doymamış yağ asidi olup ayrıca, zeytinyağının majör bileşenidir (Piccinin ve ark., 2019). Antioksidanların ve antipolimerizasyon ajanların aktivitelerini artırır. Oleik asit; sistolik kan basıncını, tromboksan A_2 sekresyonunu, ve serum LDL kolesterol seviyelerini azaltabilir ayrıca trombosit agregasyonunu inhibe edebilir (Karacor & Cam, 2015).

Omega-3 çoklu doymamış yağ asidi dokosaheksaenoik asit, özellikle somon ve sardalya gibi soğuk suda yaşayan balıklarda bulunur (Richard & Calder, 2016). Çalışmalar, dokosaheksaenoik asidin hipertansiyon, ateroskleroz, diyabet, miyokard infarktüsü, tromboz, artrit ve bazı kanser türleri üzerinde terapötik etkileri olduğunu belirtmiştir (Horrocks & Yeo, 1999). Dahası, beyin ve retina gelişimine katkıda bulunur.

cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik asit bir omega-3 çoklu doymamış yağ asididir. Balık yağından temin edilebilir. Antihiperlipidemik, antihiperglisemik, antiinflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahiptir (Aparicio-Trejo ve ark., 2021). Kardiyovasküler hastalıkların ve kanser tedavisinde etkili olabilmektedir (Xia ve ark., 2020).

Omega-3 çoklu doymamış yağ asidi olan α-linolenik asit, keten tohumu ve ceviz gibi bitkisel besin kaynaklarından alınabilir (Pandohee, 2022). α-Linolenik asit, antidepresan ve antiinflamatuvar etkilerinin yanısıra nöroprotektif etkiler gösterdiğide belirlenmiştir (Blondeau ve ark., 2015).

γ-Linolenik asit bir omega-6 çoklu doymamış yağ asididir. Hodan yağı, çuha çiçeği yağı ve siyah frenk üzümü çekirdeği yağı, γ-linolenik asit içerir (Kaufman, 2018). Lipopolisakkarit ile indüklenen RAW 264.7 makrofajlarında NF-kappaB ve AP-1 aktivasyonunu düzenleyerek inflamatuvar yanıtları inhibe eder (Chang ve ark., 2010).

Araşidonik asit çoklu doymamış omega-6 yağ asidi olup insan hücre zarında bol miktarda bulunmaktadır (Gerges & El-Kadi, 2022). Araşidonik asit yolağı karsinogenezde, kardiyovasküler biyolojide ve inflamatuvar hastalıklarda önemli rol oynar (Wang ve ark., 2021).

Omega-6 linoleik asit, insan beslenmesinde en fazla bulunan çoklu doymamış yağ asididir (Choque ve ark., 2014). Linoleik asit, antitümör immün tepkilerini güçlendirir (Nava Lauson ve ark., 2023). ER-FOXO1-ROS-NF-kappaB yolağı aracılığıyla over granüloza hücre inflamasyonuna ve apoptozuna neden olur (Zhang & Wu, 2024). Osteoblastların erken diferansiyasyonunu engeller (Nesbeth ve ark., 2024).

YÖNTEM

Omega doymamış yağ asitlerinin düz kas kontraksiyon-relaksasyonundaki rollerine ilişkin verilere ulaşmak için PubMed, Semantic Scholar ve ResearchGate arama motorları taranmıştır. Literatür taraması yapılırken uygun çalışmaları belirlemek amacıyla 'omega unsaturated fatty acids', 'smooth muscle', 'relaxation', 'contraction', 'omega doymamış yağ asitleri', 'düz kas', 'gevşeme' ve 'kasılma' anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

BULGULAR

Palmitoleik Asit

Palmitoleik asit, izole domuz siliyer arterindeki bradikinin ile indüklenen endotel-bağımlı gevşemeleri önemli ölçüde etkilememiştir (Morf ve ark., 2002). Asetilkolinin arteriyoller üzerindeki relaksan etkileri, palmitoleik asit tarafından inhibe edilmiştir (Ungvari ve ark., 2002). Bir yarık bağlantı (gap junction) inhibitörü olan palmitoleik asit, K^+ ile uyarılan vazorelaksasyonu önemli ölçüde değiştirememiştir. Ancak, endotel kaynaklı hiperpolarizan faktör aracılı gevşeme yanıtlarını baskılamıştır (Harris ve ark., 2000).

Oleik Asit

Oleik asit, asetilkolin ile gevşetilen aortik halkalarda anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır (Bass ve ark., 2019). Vasküler düz kas hücre membranına yerleşik K_{ATP} kanallarını inhibe etmiş; bu inhibitör etkinin muhtemelen protein kinaz C sinyal kaskadının baskılanmasından dolayı olabileceği düşünülmüştür (Bai ve ark., 2013). Sığır pulmoner arter endotel hücrelerinde protein kinaz C yolağından bağımsız bir şekilde endotelyal nitrik oksit sentaz enzim aktivitesini engellemiştir (Davda ve ark., 1995).

Dokosaheksaenoik Asit

Dokosaheksaenoik asidin trakeal düz kasındaki U46619 ve $PGF_{2\alpha}$ tarafından indüklenen kasılmaları bloke ettiği rapor edilmiştir. Sonuçlara göre bu yağ asidi tromboksan reseptör antagonisti olabilir (Obara ve ark., 2022). Düz kas hücrelerine Ca^{+2} akışını önler (Hirafuji ve ark., 1998). Felç geçirmeye yatkın spontan hipertansif sıçanlarda hipertansiyonun gelişmesini engellemiştir (Kimura ve ark., 1995).

cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit

cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik asidin gastrik fundus düz kasındaki prostanoid kaynaklı kontraktil yanıtları tromboksan reseptörlerinin ve voltaj bağımlı Ca^{+2} kanallarının inhibisyonu aracılığıyla baskıladığı tespit edilmiştir (Xu ve ark., 2022). İnflamatuvar bağırsak hastalığının neden olduğu anormal kasılmaları yok etmiştir (Obara ve ark., 2021). Pulmoner arter halkalarının KCl-aracılı kontraksiyonunu engellemiştir; bu miyorelaksan aktivite Na^+/K^+ ATPaz pompasının antagonizasyonu ile ilişkili olabilir (Singh ve ark., 2012).

α-Linolenik Asit

α-Linolenik asit, yüksek yağlı diyetle beslenen streptozotosin sıçanlarda endotelyal nitrik oksit sentazın etkinliğini artırırken oksidatif ve nitratif stresi azaltmıştır (Zhang ve ark., 2013). Spontan hipertansif sıçanlarda sistolik kan basıncını düşürmüştür. Hipotansif etkisine bradikin kaynaklı vazorelaksasyon aracılık etmiştir (Sekine ve ark., 2007).

γ-Linolenik Asit

γ-Linolenik asidin uterus düz kasının sürekli kasılmalarını iyileştirdiği bulunmuştur (Chaud ve ark., 1998). Epitelyumu-sağlam ve -çıkartılmış trakeal zincirlerde gevşemeye neden olmuştur. Bu bronkorelaksasyon etki metakolin ve histamin ile inhibe edilmiştir (Kahler & Plooy, 1998).

Araşidonik Asit

Araşidonik asit, K^+ kanalları ve lipooksijenaz yolağı üzerinden küçük mezenterik arterleri gevşetmiştir (Miller ve ark., 2003). Endotel-türevli relaksan faktörlerin salgılanmasını tetikleyerek aortik halkalarda gevşetici yanıtlar üretmiştir (Pfister & Campbell, 1992). Siklooksijenaz-bağımlı ve -bağımsız damar gevşemesine yol açtığı gösterilmiştir (Feddersen ve ark., 1990).

Linoleik Asit

Linoleik asit, aortik endotel hücrelerinde nitrik oksit ve prostasiklin salınımını önlemiş ve siklik adenozin monofosfat seviyelerini artırmıştır (Wei ve ark., 2013). Na^+/K^+ ATPazı uyararak koroner arter düz kasın relaksasyonuna neden olmuştur (Pomposiello ve ark., 1998).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Omega doymamış yağ asitlerinin oksidatif stres, inflamasyon, kanser, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıklar üzerindeki olumlu etkileri belirtilmiştir. Bu derlemede, omega-3 yağ asitleri (dokosaheksaenoik asit, cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik asit ve α-linolenik asit), omega-6 yağ asitleri (γ-linolenik asit, araşidonik asit ve linoleik asit), omega-7 yağ asidi (palmitoleik asit) ve omega-9 yağ asidinin (oleik asit) düz kas kontraktilitesindeki olası etkilerini özetledik. Omega doymamış yağ asitlerinin düz kas kasılma-gevşemesi üzerine rollerini daha iyi anlayabilmek ve etki mekanizmalarını aydınlatmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Aparicio-Trejo, O. M., Tapia, E., Briones-Herrera, A., Martínez-Klimova, E., & Pedraza-Chaverri, J. (2021). Antioxidants and natural-derived products in the modulation of mitochondrial bioenergetics and dysfunction in chronic kidney disease models. *Clinical bioenergetics*, pp. 611-633.

Bai, X. J., Tian, H. Y., Wang, T. Z., Du, Y., Xi, Y. T., Wu, Y., Gao, J., & Ma, A. Q. (2013). Oleic acid inhibits the K(ATP) channel subunit Kir6.1 and the K(ATP) current in human umbilical artery smooth muscle cells. *The American journal of the medical sciences*, 346(3), 204-10.

Bass, V. L., Snow, S., Soukup, J., Schladweiler, M., Ghio, A., Kodavanti, U., & Madden, M. C. (2019). 12-Hydroxy oleic acid impairs endothelium-dependent vasorelaxation. *Journal of toxicology and environment health, part A*, 82(5), 383-386.

Blondeau, N., Lipsky, R. H., Bourourou, M., Duncan, M. W., Gorelick, P. B., & Marini, A. M. (2015). Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic?. *BioMed research international*, 2015, 519830.

Chang, C. S., Sun, H. L., Lii, C. K., Chen, H. W., Chen, P. Y., & Liu, K. L. (2010). Gamma-linolenic acid inhibits inflammatory responses by regulating NF-kappaB and AP-1 activation in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 macrophages. *Inflammation*, 33(1), 46-57.

Chaud, M., Franchi, A. M., Gimeno, M. F., & Gimeno, A. L. (1998). Gamma-linolenic acid improves the constancy of contractions in uteri from sprayed rats and is metabolized to prostaglandin E1 but not to bisenoic prostanoids. *Prostaglandins*, 35(1), 95-106.

Choque, B., Catheline, D., Rioux, V., & Legrand, P. (2014). Linoleic acid: between doubts and certainties. *Biochimie*, 96, 14-21.

Davda, R. K., Stepniakowski, K. T., Lu, G., Ullian, M. E., Goodfriend, T. L., & Egan, B. M. (1995). Oleic acid inhibits endothelial nitric oxide synthase by a protein kinase C-independent mechanism. *Hypertension*, 26(5), 764-70.

Feddersen, C. O., Chang, S., Czartalomna, J., & Voelkel, N. F. (1990). Arachidonic acid causes cyclooxygenase-dependent and -independent pulmonary vasodilation. *Journal of applied physiology*, 68(5), 1799-1808.

Gerges, S. H., & El-Kadi, A. O. S. (2022). Sex differences in eicosanoid formation and metabolism: A possible mediator of sex discrepancies in cardiovascular diseases. *Pharmacology & therapeutics*, 234, 108046.

Harris, D., Martin, P. E., Evans, W. H., Kendall, D. A., Griffith, T. M., & Randall, M. D. (2000). Role of gap junctions in endothelium-derived hyperpolarizing factor responses and mechanisms of K(+)-relaxation. *European journal of pharmacology*, 402(1-2), 119-128.

Hernandez, E. M. (2016). Specialty oils: functional and nutraceutical properties. *Functional dietary lipids*, pp. 69-101.

Hirafuji, M., Ebihara, T., Kawahara, F., & Minami, M. (1998). Effect of docosahexaenoic acid on smooth muscle cell functions. *Life sciences*, 62(17-18), 1689-1693.

Horrocks, L. A., & Yeo, Y. K. (1999). Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacological research*, 40(3), 211-225.

Kahler, C. P., & Du Plooy, W. J. (1998). Effect of gammalinolenic acid, dihomogammalinolenic acid, ascorbyl-6-gammalinolenic acid, and ascorbyl-6-dihomo gammalinolenic acid on histamine- and methacholine-induced contraction of the isolated guinea pig tracheal chain. *Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids*, 58(4), 327-31.

Karacor, K., & Cam, M. (2015). Effects of oleic acid. *Medical science and discovery*, 2(1), 125-32.

Kaufman, A. J. (2018). Atopic dermatitis. *Integrative medicine*, pp. 716-725.e2

Kimura, S., Minami, M., Togashi, M., Hamaue, N., Endo, T., I-Iırafuji M., & Yamada, M. (1995). Biogenic Amines, 11, 195-203.

Liu, Y., Shen, N., Xin, H., Yu, L., Xu, Q., & Cui, Y. (2023). Unsaturated fatty acids in natural edible resources, a systematic review of classification, resources, biosynthesis, biological activities and application. *Food bioscience*, 53(7), 102790.

Miller, A. W., Katakam, P. V., Lee, H. C., Tulbert, C. D., Busija, D. W., & Weintraub, N. L. (2003). Arachidonic acid-induced vasodilation of rat small mesenteric arteries is lipoxygenase-dependent. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 304(1), 139-144.

Morf, T., Bény, J. L., Flammer, J., & Haefliger, I. O. (2002). Effect of palmitoleic acid on bradykinin-induced endothelium-dependent relaxation in isolated pig ciliary artery. *Klinische monatsblatter fur augenheilkunde*, 219(4), 284-288.

Morgan, N. G., & Dhayal, S. (2010). Unsaturated fatty acids as cytoprotective agents in the pancreatic beta-cell. *Prostaglandins, leukotrienes, and essential fatty acids*, 82(4-6), 231-236.

Nava Lauson, C. B., Tiberti, S., Corsetto, P. A., Conte, F., Tyagi, P., Machwirth, M., Ebert, S., Loffreda, A., Scheller, L., Sheta, D., Mokhtari, Z., Peters, T., Raman, A. T., Greco, F., Rizzo, A. M., Beilhack, A., Signore, G., Tumino, N., Vacca, P., McDonnell, L. A., … Manzo, T. (2023). Linoleic acid potentiates CD8+ T cell metabolic fitness and antitumor immunity. *Cell metabolism*, 35(4), 633-650.e9.

Nesbeth, P. C., Ziegler, T. R., Tripathi, A. K., Dabeer, S., Weiss, D., Hao, L., Smith, M. R., Jones, D. P., Maner-Smith, K. M., Tu, C. L., Chang, W., Weitzmann, M. N., & Alvarez, J. A. (2024). Linoleic acid blunts early osteoblast differentiation and impairs oxidative phosphorylation in vitro. *Prostaglandins, leukotrienes, and essential fatty acids*, 201, 102617.

Obara, K., Inaba, R., Kawakita, M., De Dios Regadera, M., Uetake, T., Murata, A., Nishioka, N., Kuroki, K., Yoshioka, K., & Tanaka, Y. (2022). Docosahexaenoic acid Selectively suppresses U46619- and PGF2α-induced contractions in guinea pig tracheal smooth muscles. *Biological & pharmaceutical bulletin*, 45(2), 240-244.

Obara, K., Kawaguchi, A., Inaba, R., Kawakita, M., Yamaguchi, R., Yamashita, H., Xu, K., Ou, G., Yamaki, F., Yoshioka, K., & Tanaka, Y. (2021). Docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid inhibit the contractile responses of the guinea pig lower gastrointestinal tract. *Biological and pharmaceutical bulletin*, 44(8), 1129-1139.

Pandohee, J. (2022). Alpha-linolenic acid. *Nutraceuticals and health care*, pp. 279-288.

Pfister, S. L., & Campbell, W. B. (1992). Arachidonic acid- and acetylcholine-induced relaxations of rabbit aorta. *Hypertension*, 20(5), 682-689.

Piccinin, E., Cariello, M., De Santis, S., Ducheix, S., Sabbà, C., Ntambi, J. M., & Moschetta, A. (2019). Role of oleic acid in the gut-liver axis: from diet to the regulation of its synthesis via stearoyl-CoA desaturase 1 (SCD1). *Nutrients*, 11(10), 2283.

Pomposiello, S. I., Alva, M., Wilde, D. W., & Carretero, O. A. (1998). Linoleic acid induces relaxation and hyperpolarization of the pig coronary artery. *Hypertension*, 31(2), 615-620.

Richard, C., & Calder, P. C. (2016). Docosahexaenoic acid. *Advances in nutrition*, 7(6), 1139-1141.

Sekine, S., Sasanuki, S., Aoyama, T., & Takeuchi, H. (2007). Lowering systolic blood pressure and increases in vasodilator levels in SHR with oral alpha-linolenic acid administration. *Journal of oleo science*, 56(7), 341-5.

Singh, T. U., Garg, S. K., & Mishra, S. K. (2012). Evaluation of effects of eicosapentaenoic acid on Na^+-K^+-ATPase in sheep pulmonary artery. *Human & experimental toxicology*, 31(6), 579-87.

Subirade, M., & Chen, L. (2008). Food-protein-derived materials and their use as carriers and delivery systems for active food components. *Delivery and controlled release of bioactives in foods and nutraceuticals*, pp. 251-278.

Ungvari, Z., Csiszar, A., & Koller, A. (2002). Increases in endothelial Ca(2+) activate K(Ca) channels and elicit EDHF-type arteriolar dilation via gap junctions. American journal of physiology. *Heart and circulatory physiology*, 282(5), H1760-H1767.

Wang, B., Wu, L., Chen, J., Dong, L., Chen, C., Wen, Z., Hu, J., Fleming, I., & Wang, D. W. (2021). Metabolism pathways of arachidonic acids: mechanisms and potential therapeutic targets. *Signal transduction and targeted therapy*, 6(1), 94.

Wei, J., Takeuchi, K., & Watanabe, H. (2013). Linoleic acid attenuates endothelium-derived relaxing factor production by suppressing cAMP-hydrolyzing phosphodiesterase activity. *Circulation journal*, 77(11), 2823-30.

Xia, Y., Zhang, Y-T., Sun, J-Y., Huang, H., Zhao, Q., & Ren, L-J. (2020). Strategies for enhancing eicosapentaenoic acid production: from fermentation to metabolic engineering. *Algal research*, 51, 102038.

Xu, K., Shimizu, M., Murai, C., Fujisawa, M., Ito, D., Saitoh, N., Nakagome, Y., Yamashita, M., Murata, A., Oikawa, S., Ou, G., Yoshioka, K., Obara, K., & Tanaka, Y. (2022). Docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid strongly inhibit prostanoid TP receptor-dependent contractions of guinea pig gastric fundus smooth muscle. *Pharmacology research & perspectives*, 10(3), e00952.

Yang, Z. H., Miyahara, H., & Hatanaka, A. (2011). Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-Ay Mice with genetic type 2 diabetes. *Lipids in health and disease*, 10, 120.

Zhang, W., Fu, F., Tie, R., Liang, X., Tian, F., Xing, W., Li, J., Ji, L., Xing, J., Sun, X., & Zhang, H. (2013). Alpha-linolenic acid intake prevents endothelial dysfunction in high-fat diet-fed streptozotocin rats and underlying mechanisms. *Vasa*, 42(6), 421-8.

Zhang, W., & Wu, F. (2024). Linoleic acid induces human ovarian granulosa cell inflammation and apoptosis through the ER-FOXO1-ROS-NFκB pathway. *Scientific reports*, 14(1), 6392.

THERAPEUTIC EFFECTS of *Ficus carica* on CARDIOVASCULAR and GASTROINTESTINAL DYSFUNCTIONS

***Sadettin DEMIREL*[1]**

[1]*Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Bursa, Türkiye*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3629-5344*

***Ipek Nazli SINAG*[2]**

[2]*Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Bursa, Türkiye*

[2]*ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-8810-9276*

ABSTRACT

Introduction and Purpose: *Ficus carica* is commonly known as fig and is an ancient medicinal plant belonging to the Moraceae family. In traditional medicine, it has been used to treat nutritional anemia, warts, leucoderma, and inflammatory diseases. Pharmacological studies revealed that *F. carica* has anti-cancer, anti-fungal, anti-diabetes, and anti-angiogenesis activities. In this review, we aimed to summarize the therapeutic effects of *F. carica* on cardiovascular and gastrointestinal dysfunctions.

Materials and Methods: A literature search was made on the Web of Science, PubMed, and MEDLINE (EBSCO) databases.

Results: A study conducted on normotensive and glucose-induced hypertensive rats revealed that the aqueous methanol extract from the *F. carica* fruit led to a decrease in systolic, mean, and diastolic blood pressure, as well as heart rate. Baek *et al*. demonstrated that *F. carica* paste attenuated colon transit time and improved abdominal discomfort and stool type. Another study found that the paste form of fig ameliorated peristalsis and tension of the intestinal ileum. Gilani *et al*. indicated that the aqueous extract from ripe dried fig fruit inhibited low K^+-evoked contractions in jejunal preparations. The relaxant effect may be related to K_{ATP} channel activity.

Discussion and Conclusion: These results suggest that *F. carica* exerts hypotensive, anti-spasmodic, and anti-constipation properties. However, further animal and human model studies are needed to elucidate the therapeutic effects of *F. carica* on cardiovascular and gastrointestinal dysfunctions.

Keywords: *Ficus carica*; hypotensive; anti-spasmodic; anti-constipation

GİRİŞ

İncir, binomial nomenklatür adı verilen sistemde *F. carica* olarak adlandırılmaktadır. *F. carica* Moraceae familyasından *Ficus* cinsine ait olan yaprak döken küçük bir ağaç veya çalıdır (Gafoor ve ark., 2019). *F. carica* ağacının uzunluğu genellikle 38-50 cm olup yaprakları çok loblu ve dalgalıdır (Şekil 1) (Yüksel ve ark., 2020; Rahmani & Aldebasi, 2017). İncir, insanoğlu tarafından yetiştirilen ilk bitkilerden biridir ve Batı Asya'dan Akdeniz ülkelerine yayıldığı tahmin edilmektedir (Mawa ve ark., 2013). Yazları kuru sıcak ve kışları ılıman geçen yerlerde yetişmektedir. Yenilenebilir incirin başlıca üreticileri Türkiye, İtalya, İspanya, Yunanistan ve Fas'dır (Cukur & Cukur, 2024). *F. carica* antik çağlardan beri güç, yaşam, verimlilik, bilgelik ve cinselliğin sembolü olmuştur (Ozatalay, 2014). Bu kültür bitkisi İncil ve Kur'an-ı Kerim gibi vahyedilmiş kitaplarda bahsedilmiştir. Yahudilerin Pesah bayramlarında incir geleneksel olarak tüketilmektedir. Siddha, Ayurveda ve Unani gibi eski tıp sistemleri incirin terapötik etkilerine değinmektedir (Badgujar ve ark., 2014).

Şekil 1: F. carica meyveleri ve yaprakları (Web).

Tablo 1: *F. carica*'nın çeşitli kısımlarından izole edilen majör komponentler.

Kısım	Majör Komponentler	Referans
Yaprak	p-Mentha-1 *α*-Pinen Linalool asetat (+)-4-Carene Okaliptol *β*-Okimen	Ahmed & Abbas, 2023
Meyve	3-metil-1-butanol 2-metil-1-butanol Etil 2-metilbutirat	Kıralan & Kıralan, 2023
Lateks	*β*-Sitosterol Lupeol	Oliveira ve ark., 2010
Çekirdek	*α*-Linolenik asit *γ*-Linolenik asit Oleik asit	Baygeldi ve ark., 2021
Kök	Psoralen Bergapten	Jaina ve ark., 2013

F. carica geleneksel tıpda kardiyovasküler, gastrointestinal, respiratuvar, üreme ve endokrin sistem rahatsızlıklarının tedavisi için kullanılmaktadır (Rasool ve ark., 2023). Yaprakları tüberküloz ve öksürüğü hafifletmek için tavsiye edilir (Mohamad ve ark., 2011). Kökleri saçkıran hastalığı ve lökodermanın tedavisinde kullanılır. İncir meyvesi laksatif etkilere sahiptir ve cilt enfeksiyonlarına iyi gelmektedir. Lateksi siğil tedavisinde lokal olarak uygulanması önerilmektedir (Barolo ve ark., 2014).

Modern farmakolojik çalışmalar *F. carica*'nın antioksidan, anti-inflamatuvar, anti-viral, anti-mutajenik, anti-diyabetik, anti-anjiyojenik, anti-hiperlipidemik, anti-artritik, anti-nörodejeneratif ve anti-epileptik aktiveler sergilediğini göstermişdir (Fazel ve ark., 2024; Hajam & Saleem, 2022). Khadabadi ve Gond, rifampisin ile indüklenen sıçanlar üzerine yürüttükleri bir çalışmada *F. carica* yapraklarından elde edilen petrol eteri ekstraktının hepatoprotektif etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, karaciğer enzimleri SGPT ve SGOT seviyelerini düşürebildiğini göstermiştir. Chandani ve arkadaşları, *F. carica* yaprak ve meyvesinin sulu ekstraktının *Propionibacterium acnes* bakterisine karşı anti-mikrobiyal özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışma, incir yaprağının etanolik ekstraktının hümoral ve hücresel immün yanıtlarının oluşumunu indükleyebildiğini bildirmiştir (Patil ve ark., 2010). Saeed ve Sabir, incir yapraklarının metanolik ekstratının ve bu ekstraktan izole edilen triterpenoid komponentlerinin (kalotropenil asetat, metil maslinat ve lupeol asetat) albino fare sıçanlarının kulaklarında irritan etkiler gösterdiğini bulmuşlardır.

F. carica'nın yaprak, meyve, lateks, çekirdek ve kökleri üzerine gerçekleştirilen fitokimyasal çalışmalar, biyoaktif bileşenler açısından oldukça zengin olduğunu göstermiştir (Tablo 1).

GC-MS ile incir yapraklarından elden edilen ham ekstrakta 6 bileşen saptanmıştır: p-mentha-1, α-pinen, linalool asetat, (+)-4-carene, okaliptol, β-okimen. Taze incir meyvesinin volatil aroma kompozisyonunda çok sayıda komponent tespit edilmiştir. Oliveira ve ark., HPLC-DAD analiz tekniği kullanarak incir lateksinin sabunlaşmayan fraksiyonunda asıl bileşen olarak β-sitosterol ve lupeol adlı fitosterolleri belirlemiştir. Yağ asitleri α-linolenik asit, γ-linolenik asit ve oleik asit *F. carica* çekirdeğinin majör bileşenleri olarak bulunmuştur. Kök öz odununda furanokumarin sınıfına ait olan psoralen ve bergapten bileşikleri tanımlanmıştır.

YÖNTEM

F. carica'nın kardiyovasküler ve gastrointestinal disfonksiyonlar üzerine terapötik etkilerine ilişkin verilere ulaşmak için Web of Science, PubMed ve MEDLINE (EBSCO) arama motorları taranmıştır. Literatür taraması yapılırken uygun çalışmaları belirlemek amacıyla 'Ficus carica', 'fig', 'smooth muscle', 'relaxation', 'contraction', 'cardiovascular', 'gastrointestinal', 'diseases', 'incir', 'düz kas', 'gevşeme', 'kasılma', 'kardiyovasküler', 'gastrointestinal' ve 'hastalıklar' anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

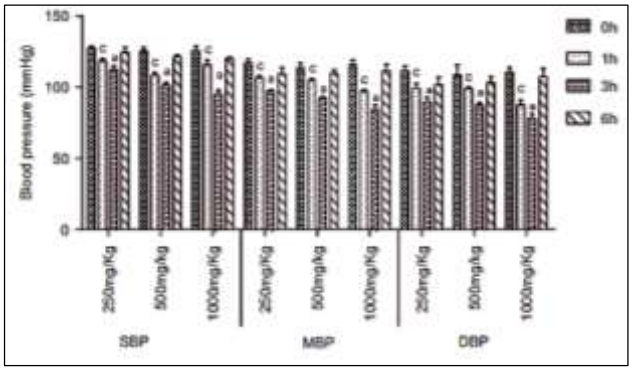
BULGULAR

Çalışmalar, tıbbi bir bitki olan *F. carica*'nın anti-hipertansif, anti-spazmodik ve anti-konstipasyon özellikler sergilediğini bildirmiştir.

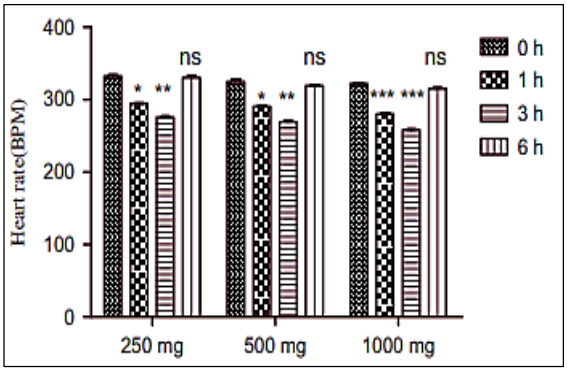
Anti-Hipertansif Aktivitesi

Alamgeer ve ark., normotansif ve glikoz ile indüklenmiş hipertansif sıçanlar üzerine gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *F. carica* meyvesinden elde edilen aköz-metanol ekstraktının kardiyoinhibitör ve hipotansif etkilerini araştırmışlardır.

Normotansif sıçanların sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçları ayrıca kalp hızı 250, 500 ve 1000 mg/kg incir ekstraktının verilmesinden 0, 1, 3 ve 6. saatte non-invazif teknik kullanarak ölçülmüştür.



Şekil 2: Normotansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kan basınçları üzerine etkileri. c=(p < 0,05) ve a= (p < 0,001) vs. kontrol (0 saat).

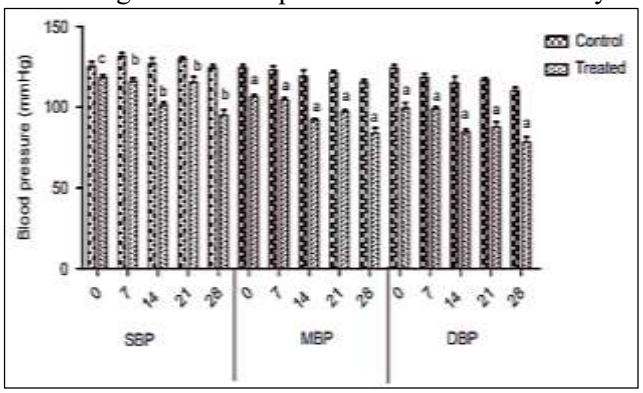


Şekil 3: Normotansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kalp hızı üzerine etkileri. ***p < 0,001 vs. kontrol (0 saat).

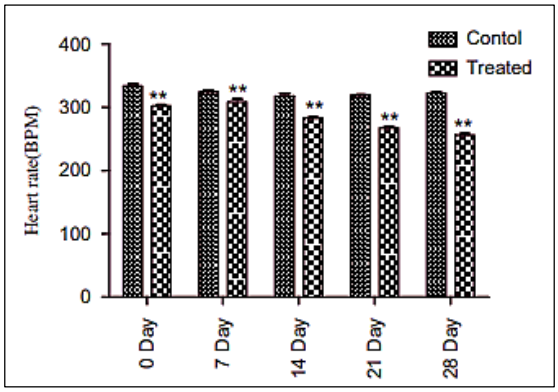
F. carica ekstraktının tüm dozları sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçlarını 1. ve 3. saatlerde anlamlı bir şekilde düşürmüş ve 3. saatten sonra etkisi azalmaya başlamıştır (Şekil 2). Benzer şekilde, kalp hızında da düşüşe neden olmuş ve 6. saatten sonra etkisini yitirmeye başladığı gözlemlenmiştir (Şekil 3). Tüm parametrelerde maksimum azalmanın 1000 mg/kg dozunda olduğu sonucuna varılmıştır.

Normotansif sıçanların sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçları ayrıca kalp hızı 1000 mg/kg incir ekstraktının verilmesinden 0, 7, 14, 21 ve 28. günde non-invazif teknik kullanarak ölçülmüştür.

1000 mg/kg ekstrakt 7, 14, 21 ve 28. günlerde tüm parametrelerin azalmasına yol



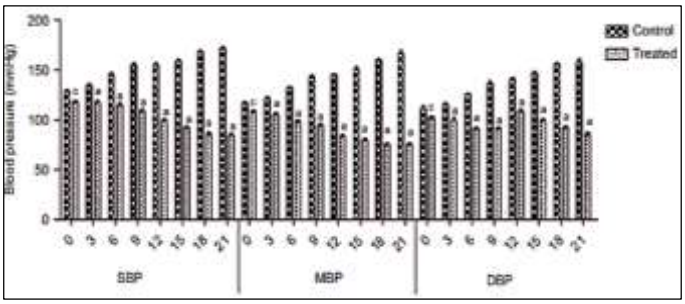
Şekil 4: Normotansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kan basınçları üzerine etkileri. c=(p < 0,05), b=(p < 0,01) ve a= (p < 0,001) vs. kontrol.



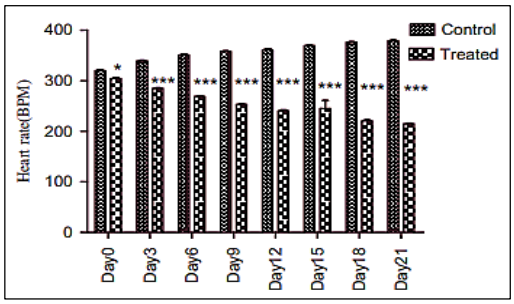
Şekil 5: Normotansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kalp hızı üzerine etkileri. **p < 0,01 vs. kontrol.

açmış olup maksimum etkisi 28. günde gözlemlenmiştir (Şekil 4 ve 5).

Glikoz ile indüklenmiş hipertansif sıçanların sistolik, diyastolik ve ortalama kan basınçları ayrıca kalp hızı 1000 mg/kg incir ekstraktının verilmesinden 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 ve 21. günde non-invazif teknik kullanarak ölçülmüştür.



Şekil 6: Glikoz ile indükleniş hipertansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kan basınçları üzerine etkileri. c=(p < 0,05) ve a=(p < 0,001) vs.kontrol.



Şekil 7: Glikoz ile indükleniş hipertansif sıçanlarda F. carica ekstraktının kalp hızı üzerine etkileri. *p < 0,05 ve ***p < 0,001 vs. kontrol.

1000 mg/kg ekstrakt özellikle 21. günde sistolik, diyastolik, ortalama kan basınçlarının ve kalp hızının azalmasına yol açmıştır (Şekil 6 ve 7).

Aynı çalışmada, *F. carica* aköz-metanol ekstraktının çeşitli dozlarının tavşanlardan izole edilen kalp preparatları üzerine etkisi incelenmiştir.

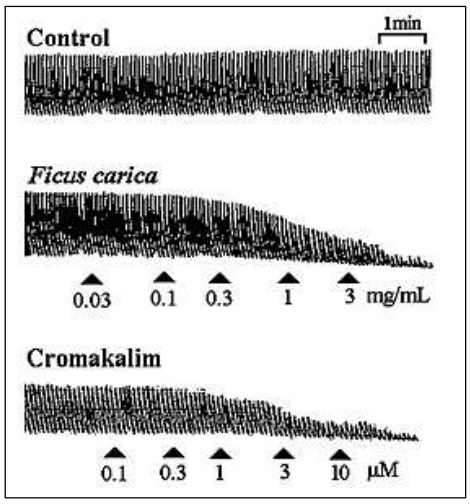
Dose	Force of contraction (g)		Heart rate (BPM)	
	Mean ± SEM	% Change from control	Mean ± SEM	% Change from control
Control	2.83 ± 0.08	0.00	126.0 ± 1.45	0.00
1 pg/mL	3.00 ± 0.11^{ns}	6.0	125.0 ± 0.88^{ns}	0.2
10 pg/mL	2.97 ± 0.12^{ns}	4.9	133.0 ± 1.53*	5.8
100 pg/mL	2.70 ± 0.11^{ns}	4.5	111.0 ± 1.15***	11.6
1 ng/mL	2.63 ± 0.08^{ns}	7.0	96.7 ± 1.45***	23.0
10 ng/mL	2.23 ± 0.08**	21.2	88.6 ± 1.20***	29.3
100 ng/mL	1.93 ± 0.12**	31.8	79.3 ± 1.45***	36.7
1 µg/mL	1.67 ± 0.08***	40.9	71.0 ± 1.53***	43.4
10 µg/mL	2.03 ± 0.14**	28.2	84.0 ± 1.73***	33.0
100 µg/mL	2.63 ± 0.08^{ns}	7.06	90.7 ± 1.20***	27.7

Şekil 8: İzole kalp preparatlarında F. carica ekstraktının kasılma kuvveti ve kalp hızı üzerine etkisi. n=3.
*p < 0,05, **p < 0,01 ve ***p < 0,001 vs. kontrol.

İncir ekstraktının 0,000000001-0,01 mg/ml aralığındaki dozları kalp hızını ve kasılma kuvvetini azaltmış ancak, ekstrakt (0,1-10 mg/ml) kasılma kuvveti üzerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır (Şekil 8). 0,001 mg/ml'lik dozda $CaCl_2$ ve adrenalinin tavşan kalp preparatları üzerindeki etkilerini önemli ölçüde inhibe edememiştir.

Anti-Spazmodik Aktivitesi

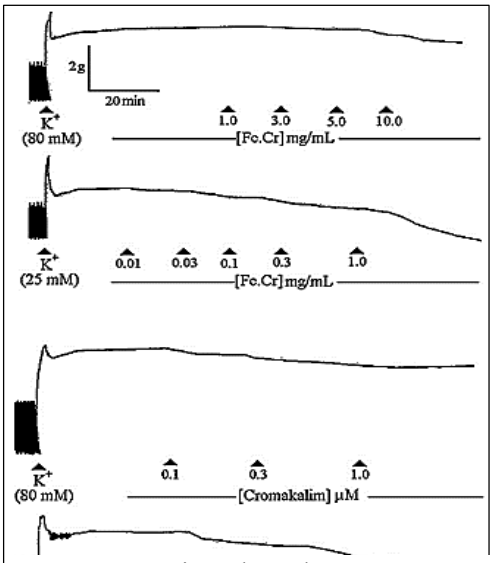
Gilani ve ark., *F. carica*'nın olgun-kurutulmuş meyvelerinden elde edilen aköz-etanol ekstraktının izole tavşan jejunum halkaları üzerine spazmolitik aktivitesini araştırmışlardır.



Şekil 9: F. carica ekstraktının jejunumun spontan ritmik kasılmaları üzerine etkisi.

Ekstraktın 0,03-3,0 mg/ml aralığındaki dozları bir K^+ kanal açıcı olan kromakalim ile karşılaştırılabilir şekilde jejunal düz kasın spontan kasılmalarını gevşetmiştir.

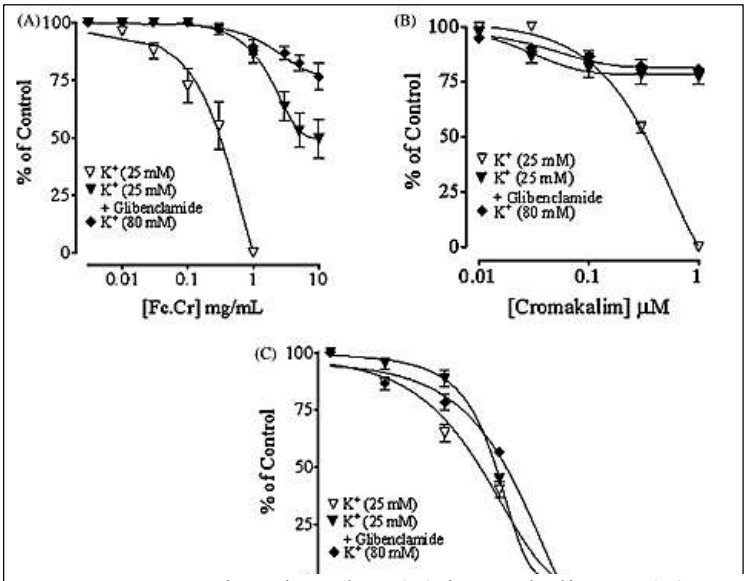
Düşük K^+ (25 mM) ve yüksek K^+ (80 mM) ile kasılan jejunal halkalarda incir ekstraktının relaksan etkisi değerlendirilmiştir.



Şekil 10. F. carica ekstraktının jejunumun düşük K^+ (25 mM) veya yüksek K^+ (80 mM) ile indüklenen kasılmaları üzerine etkileri.

Şekil 10'da gösterildiği üzere incir ekstraktı düşük K^+ ile kasılan jejunum halkalarında miyorelaksan aktivite sergilemiştir.

F. carica ekstraktının K^+ kanalları üzerindeki rolünü değerlendirmek için jejunal halkalar glibenklamide (K_{ATP} kanal blokeri) maruz bırakılmıştır.

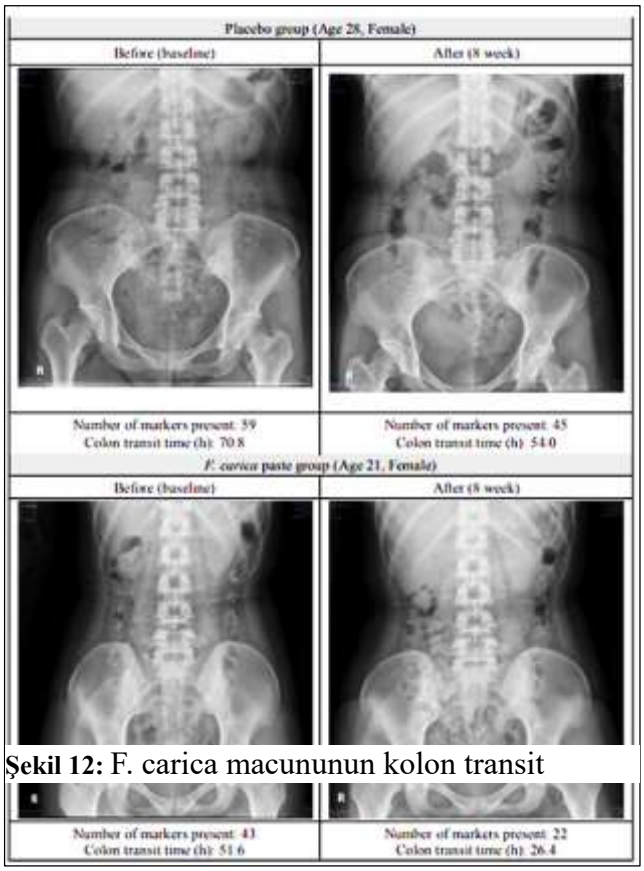


Şekil 11: (A) F. carica ekstraktı, (B) kromakalim ve (C) verapamilin jejunumun düşük K^+ (25 mM) veya yüksek K^+ (80 mM) ile indüklenen kasılmaları üzerine etkisi.

İncir, K_{ATP} kanalları aracılığıyla jejunal düz kaslarda anti-spazmodik etkiler sergileyebilmektedir (Şekil 11).

Anti-Konstipasyon Aktivitesi

Baek ve ark. yürüttüğü randomize, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada, *F. carica* macununun fonksiyonel konstipasyon üzerine etkilerini incelemişlerdir.



Şekil 12: F. carica macununun kolon transit

F. carica macunu uygulaması, plasebo grubuna kıyasen kolon transit süresini kısaltmıştır (Şekil 12). Ayrıca, dışkı tipini ve abdominal rahatsızlığı önemli ölçüde iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

F. carica terapötik etkilerinden dolayı birçok hastalığın tedavisi için eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, incirin hipertansiyonu ve kas spazmını azalttığını ayrıca, konstipasyonu hafiflettiğini belirtmiştir. Bu veriler, *F. carica*'nın kardiyovasküler ve gastrointestinal rahatsızlıkların tedavisinde etkili bir ajan olabileceğini düşündürmektedir. Ancak, daha fazla klinik ve hayvan modelleri çalışmalarına gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Ahmed, O. H., & Abbas, A. H. (2023). GC/MS analysis of crude extract of fig leaves naturally grown in Iraq. *Journal of advanced pharmacy education and research*, 13(3), 96-101.

Alamgeer, Iman, S., Asif, H., & Saleem, M. (2017). Evaluation of antihypertensive potential of Ficus carica fruit. *Pharmaceutical biology*, 55(1), 1047-1053.

Badgujar, S. B., Patel, V. V., Bandivdekar, A. H., & Mahajan, R. T. (2014). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Ficus carica: a review. *Pharmaceutical biology*, 52(11), 1487-1503.

Baek, H. I., Ha, K. C., Kim, H. M., Choi, E. K., Park, E. O., Park, B. H., Yang, H. J., Kim, M. J., Kang, H. J., & Chae, S. W. (2016). Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of Ficus carica paste for the management of functional constipation. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 25(3), 487-496.

Barolo, M. I., Ruiz Mostacero, N., & López, S. N. (2014). Ficus carica L. (Moraceae): an ancient source of food and health. *Food chemistry*, 164, 119-127.

Baygeldi, N., Kucukerdonmez, O., Akder, R. N., & Cagındı, O. (2021). Medicinal and nutritional analysis of fig (ficus carica) seed oil; a new gamma tocopherol and omega-3 source. *Progress in Nutrition*, 23(2), 2021052.

Chandani, V. M., Parth, B. V., & Devang, P. J. (2015). Evaluation of anti-acne activity of Ficus carica as an evidence of current usage in herbal formulations. *International journal of pharmtech research*, 8(3), 356-359.

Cukur, F., & Cukur, T. (2024). Examination of fig production in Türkiye with trend analysis. *Gaziosmanpasa journal of scientific research*, 13(1), 43-51.

Fazel, M. F., Abu, I. F., Mohamad, M. H. N., Mat Daud, N. A., Hasan, A. N., Aboo Bakkar, Z., Md Khir, M. A. N., Juliana, N., Das, S., Mohd Razali, M. R., Zainal Baharin, N. H., & Ismail, A. A. (2024). Physicochemistry, nutritional, and therapeutic potential of Ficus carica – a promising nutraceutical. *Drug design, development and therapy*, 18, 1947-1968.

Gafoor, H., Bhattacharjee, A., Hegde, K., & Shabaraya, A. R. (2019). Ficus carica: a brief review. *International journal of pharmaceutical sciences review and research*, 59(2), 40-43.

Gilani, A. H., Mehmood, M. H., Janbaz, K. H., Khan, A. U., & Saeed, S. A. (2008). Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of Ficus carica. *Journal of ethnopharmacology*, 119(1), 1-5.

Gond, N. Y., & Khadabadi, S. S. (2008). Hepatoprotective activity of Ficus carica leaf extract on rifampicin-induced hepatic damage in rats. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 70(3), 364-366.

Hajam, T. A., & H, S. (2022). Phytochemistry, biological activities, industrial and traditional uses of fig (Ficus carica): a review. *Chemico-biological interactions*, 368, 110237.

Jain, R., Jain, S. C., Bhagchandani, T., & Yadav, N. (2013). New furanocoumarins and other chemical constituents from Ficus carica root heartwood. *Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences*, 68(1-2), 3-7.

Kıralan, M., & Kıralan, S. S. (2023). Sugar and volatile aroma composition of havran siyah incir. *BAHÇE*, 52(2), 89-94.

Mawa, S., Husain, K., & Jantan, I. (2013). Ficus carica L. (Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2013, 974256.

Mohamad, S., Zin, N. M., Wahab, H. A., Ibrahim, P., Sulaiman, S. F., Zahariluddin, A. S., & Noor, S. S. (2011). Antituberculosis potential of some ethnobotanically selected Malaysian plants. *Journal of ethnopharmacology*, 133(3), 1021-1026.

Oliveira, A. P., Silva, L. R., Andrade, P. B., Valentão, P., Silva, B. M., Gonçalves, R. F., Pereira, J. A., & Guedes de Pinho, P. (2010). Further insight into the latex metabolite profile of Ficus carica. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(20), 10855-10863.

Ozatalay, G. Z. (2014). The use of figs at folk medicine in Aydın region. *KMÜ social and economic researches journal*, 16(11), 151-154.

Patil, V. V., Bhangale, S. C., & Patil, V. R. (2010). Studied on immunomodulatory activity of F. carica. *International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 2(4), 97-99.

Rahmani, A. H., & Aldebasi, Y. H. (2017). Ficus carica and its constituents role in management of diseases. *Asian journal of pharmaceutical and clinical research*, 10(6), 49-53.

Rasool, I. F. U., Aziz, A., Khalid, W., Koraqi, H., Siddiqui, S. A., Al-Farga, A., Lai, W. F., & Ali, A. (2023). Industrial application and health prospective of fig (Ficus carica) by-products. *Molecules*, 28(3), 960.

Saeed, M. A., & Sabir, A. W. (2002). Irritant potential of triterpenoids from Ficus carica leaves. *Fitoterapia*, 73(5), 417-20.

Yüksel, N., Vural, E., & Sürmen, M. (2020). Investigation of some properties of plant tea from leaves of fig trees (Ficus carica L.). *BEU journal of science*, 9 (3), 1040-1047.

EULER REVAN SOMBOR İNDEKS

EULER REVAN SOMBOR INDEX

Gül ÖZKAN KIZILIRMAK

Doktor Öğretim Üyesi, Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Ankara, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3263-8685

ÖZET

$G = (V(G), E(G))$ sonlu, basit ve bağlantılı bir graf olsun. Bir u noktasının derecesi, d_u olarak gösterilir ve u'ya komşu noktaların sayısını temsil eder. $\Delta(G)$ ve δ(G) sırasıyla G'deki noktaların maksimum ve minimum derecelerini göstersin. Bir u noktasının Revan nokta derecesi $r_u = \Delta(G) + \delta(G) - d_u$ olarak tanımlanır. İki nokta u ve v birleştiren bir Revan kenarı uv olarak gösterilir.

Bu çalışmada Euler Revan Sombor indeksi

$$ERU(G) = \sum_{xy \in E(G)} \sqrt{{r_u}^2 + {r_v}^2 + r_u r_v}.$$

olarak gösterilmiştir. Euler Revan Sombor indeksi için sınırlar Unutulmuş indeks ve İkinci Revan Zagreb indeksi ile ilişkili olarak elde edilmiştir. Son olarak, Euler Revan Sombor indeksi poliamidoamin, ftalosiyanin ve grafen gibi belirli kimyasal graflar için analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Graf, Euler Sombor indeks, Revan indeks.

ABSTRACT

Let $G = (V(G), E(G))$ be a finite, simple, and connected graph. The degree of a vertex u, denoted as d_u , represents the number of vertices adjacent to u. Let $\Delta(G)$ and $\delta(G)$ denote the maximum and minimum degrees of the vertices in G, respectively. The Revan vertex degree of a vertex u is defined as $r_u = \Delta(G) + \delta(G) - d_u$. A Revan edge, connecting two vertices u and v, is represented as uv.

In this study the Euler Revan Sombor index denoted as

$$ERU(G) = \sum_{xy \in E(G)} \sqrt{{r_u}^2 + {r_v}^2 + r_u r_v}.$$

Bounds for the Euler Revan Sombor index are obtained in relation to the Forgotten index and the Second Revan Zagreb index. Finally, the Euler Revan Sombor index is analyzed for specific chemical graphs such as polyamidoamine, phthalocyanine, and graphene.

Keywords: Graph, Euler Sombor index, Revan index.

GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİNDE MEYDANA GELEN KAYIPLAR

LOSSES OCCURRING IN SOLAR POWER PLANTS

Cevher KURT

Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0009-0002-9887-3928

Zeynep Bala DURANAY

Doç.Dr., Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0003-2212-5544

Sami EKİCİ

Prof.Dr., Fırat Üniversitesi

ORCID NO: 0000-0002-6760-2183

ÖZET

Bu çalışmada, güneş enerji santrallerinde meydana gelen enerji kayıplarının nedenleri kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır. Güneş enerji santrallerinin günümüzde enerji üretiminde önemli bir rol oynamasıyla birlikte, bu sistemlerin etkinliğini doğrudan etkileyen verimlilik kayıpları da önemini artırmıştır. Bu çalışmanın amacı, güneş enerji santrallerinin etkinliğini artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktır.

Öncelikle, fotovoltaik (FV) sistemlerin temel çalışma ilkeleri açıklanacak ve güneş ışınının elektrik enerjisine dönüşüm süreci hakkında bilgi verilecektir. FV sistemlerin verimliliğini etkileyen faktörler tanımlandıktan sonra, güneş enerji santrallerinde karşılaşılan enerji kayıplarına neden olan etmenler incelenecektir. Çevresel faktörlerden sıcaklık artışı, tozlanma ve güneş ışınımındaki değişikliklerin FV modüllerinin performansına etkisi, sistem verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerle birlikte tartışılacaktır. Özellikle sıcaklık arttıkça modüllerin verimliliği azalmakta, toz birikintisi ise ışının modül yüzeyine ulaşmasını engelleyerek enerji üretimini düşürmektedir. Ayrıca, modül açısı ve yönünün doğru ayarlanamaması durumunda yaşanan verim kayıpları ile ilgili gözlemler sunulacaktır. Yanlış açılanmış modüller, güneş ışınını verimli bir şekilde yakalayamayacak ve dolayısıyla enerji üretimi düşecektir.

Diğer yandan, modül hotspot (sıcak nokta) oluşumu ve inverter kayıpları gibi teknik faktörlerin, sistemin enerji üretimini nasıl etkilediği üzerinde durulacaktır. Hotspot oluşumu, modül hücrelerinin dengesiz ısınması nedeniyle verim kaybına yol açmakta, inverter kayıpları ise doğru voltaj ve frekans dönüşümünü sağlamak için ekstra enerji harcanmasına neden olmaktadır. Kablo ve iletken kayıpları gibi iletim hatlarındaki enerji kayıpları da bu kayıplara eklenerek, sistemin tüm bileşenlerinin birlikte nasıl çalıştığı anlatılacaktır. İletim hatlarındaki kayıplar, enerji akışının uzun mesafelerde iletilmesi sırasında dirençten dolayı meydana gelir ve bu durum toplam verimliliği olumsuz etkiler.

Son olarak, bu kayıpların minimize edilmesi ve sistem verimliliğinin artırılması için potansiyel çözüm önerileri sunulacaktır. Bu çözüm önerileri arasında, modül yerleşimlerinin optimize edilmesi, çevresel faktörlere karşı koruma yöntemlerinin geliştirilmesi, yüksek verimli inverterlerin kullanımı ve iletim hatlarında kayıpları azaltmaya yönelik teknolojik yenilikler yer alacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik, Güneş enerjisi, Kayıplar, Yenilenebilir Enerji.

ABSTRACT

This study will comprehensively address the causes of energy losses occurring in solar power plants. While solar power plants play an important role in energy production today, the efficiency losses that

directly affect the performance of these systems have also gained importance. The aim of this study is to contribute to the development of strategies to enhance the effectiveness of solar power plants.

Firstly, the basic operating principles of photovoltaic (PV) systems will be explained, and information will be provided about the process of converting solar radiation into electrical energy. After identifying the factors that affect the efficiency of PV systems, the factors causing energy losses in solar power plants will be examined. The effects of environmental factors, such as temperature rise, dust accumulation, and changes in solar radiation on the performance of PV modules, will be discussed along with their negative impact on system efficiency. Specifically, as temperature increases, the efficiency of the modules decreases, and dust accumulation hinders the light from reaching the module surface, thus reducing energy production. Additionally, observations regarding efficiency losses resulting from the improper adjustment of module angles and orientation will be presented. Improperly positioned modules will not efficiently capture solar radiation, thereby decreasing energy production.

Furthermore, technical factors such as the formation of module hotspots and inverter losses will be discussed in terms of their impact on the system's energy production. Hotspot formation leads to efficiency loss due to uneven heating of the module cells, while inverter losses result in extra energy consumption to ensure proper voltage and frequency conversion. Energy losses in transmission lines, such as cable and conductor losses, will also be addressed, illustrating how all components of the system work together. Losses in transmission lines occur due to resistance during the long-distance transmission of energy flow, negatively affecting overall efficiency.

Finally, potential solutions to minimize these losses and increase system efficiency will be presented. These solutions include optimizing module placement, developing protective measures against environmental factors, using high-efficiency inverters, and introducing technological innovations to reduce losses in transmission lines.

Keywords: Photovoltaic, Solar Energy, Losses, Renewable Energy.

GİRİŞ

Günümüzde enerji, modern toplumların ihtiyaçlarını karşılamada ve yaşam standartlarını yükseltmede temel bir unsur haline gelmiştir. Enerjiye duyulan ihtiyacın artışı, modern yaşamın temel bir parçası haline gelen elektrik enerjisinin önemini daha da artırmıştır. Elektrik enerjisinin sunduğu konfor, insan yaşamını kolaylaştırmış ve modernleşme sürecini hızlandırmıştır. Ancak bu süreç, beraberinde çeşitli sorunları da getirmiştir. Özellikle teknolojik makinelerin verimliliğinin düşük olması ve enerji talebindeki hızlı artış, enerji kaynaklarının etkin kullanımını daha kritik hale getirmiştir.

Günümüzde enerji üretiminde fosil yakıtlara olan bağımlılık, çevresel sorunlar ve kaynakların tükenme riski gibi olumsuzluklar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim giderek artmaktadır. Bilim insanları, fosil yakıt rezervlerinin yakın bir gelecekte tükenme ihtimaline dikkat çekerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir bir enerji politikası için önemini vurgulamaktadır.

Özellikle güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında dikkat çeken bir alternatif olarak öne çıkmıştır. Fotovoltaik (FV) teknolojilerde kullanılan yarı iletken malzemelerin gelişimi, güneş panellerinin boyutlarının küçülmesini ve maliyetlerinin düşmesini sağlamış, buna bağlı olarak kullanım alanları hızla yaygınlaşmıştır. FV modül hücrelerinin verimliliğindeki artış ve çeşitli teşvik programları, güneş enerji sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır.

Bununla birlikte, güneş enerji santrallerinin (GES) son yıllarda hızla yaygınlaşmasına rağmen, sektörün karşılaştığı bazı teknik ve lojistik sorunlar devam etmektedir. Kalifiye personel eksikliği, sistem tasarımı sırasında yapılan hatalar, kullanılan malzemelerin uygun olmaması ve teknik bilgi eksikliği, enerji kayıplarını artıran temel nedenler arasında yer almaktadır. Bu nedenle, güneş enerji sistemlerinin daha verimli ve etkin bir şekilde kullanılması için bilgi ve teknolojinin doğru şekilde entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır.

FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

“Foto-voltaik” ifadesi, Yunanca "ışık" anlamına gelen "photo" ve elektrik akımını geliştiren Alessandra Volt'un soyadının birleştirilmesiyle türetilmiştir [1,2]. Güneş hücreleri, ilk kez 1839 yılında Becquerel tarafından araştırılmaya başlanmıştır [2].

FV hücreler, silisyum gibi yarı iletken özelliklere sahip elementlerden üretilmektedir. Silisyum, FV hücrelerde çok kristalli ve tek kristalli olmak üzere, iki farklı yapıda kullanılır. Çok kristalli yapıya sahip FV hücreler polikristal, tek kristalli yapıya sahip FV hücreler ise monokristal olarak bilinirler. GES’lerde kullanılan hücrelerin verimi %22 civarındadır [3]. Monokristal yapıya sahip FV hücreler, polikristal yapıya sahip FV hücrelere göre daha yüksek verimliliğe sahiptir [4].

Güneşten gelen ışınımlardaki fotonların, yarı iletken madde olan silisyum yüzeyine çarpması, elektronların serbest kalarak, hareket etmesine ve foto-voltaik etki oluşturarak doğru akımın meydana gelmesine neden olur. Yani, FV hücre tarafından soğurulan fotonlardan DA elektrik üretilir.

GES’LERDE ENERJİ KAYBINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Gölgelenme Kaybı

FV modüller üzerine düşen ışınıma göre elektrik enerjisi üretimi yapmaktadır. Ancak Şekil 1’de görüldüğü gibi, FV panellerin üzerine gölge düşmesi, güneş ışınımı ile enerji üretimi yapan FV sistemi olumsuz etkileyecektir.

Şekil 1. Üzerine gölge düşmüş FV paneller.

FV hücrelerin birleştirilmesi ile FV modüller, modüllerin bir araya gelmesiyle FV panel, panellerin bir araya gelmesiyle ise FV diziler elde edilir. FV dizilerin oluşturulması sırasında, FV paneller seri bağlanarak, gerilimin artırılırken akımın sabit tutulması ve böylece iletim maliyetinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Ancak, seri bağlanan FV panellerde, hücre üzerine gölge düşmesi bütün serinin etkilenmesine yol açmakta ve dolayısıyla, üretim kayıpları meydana gelmektedir. FV panel ya da dizi üzerinde küçük bir gölge alanının oluşması bile sistemin toplam enerji üretimini ciddi şekilde azaltabilmektedir [5].

Bu durumun önüne geçmek, yani gölgelenmeden dolayı oluşacak kayıpları azaltmak için son yıllarda yarı kesim (half-cut) FV modüller üretilmektedir.

Tozlanma Kaybı

Gölge durumu gibi, tozlanma durumu da hücre üzerine düşen güneş ışınımını olumsuz etkilemektedir. Yapılan araştırmalar, tozlanmanın özellikle düşük yağış alan bölgelerde yer alan FV sistemlerde enerji kayıplarını ciddi şekilde artırarak %15'e kadar çıkabileceğini ortaya koymuştur [6].

Tozlu GES'lerde, düşük yağış alan bölgelerde FV panellerin saf su ile temizlenmesi tavsiye edilse de, su kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle bu işlemin maliyeti oldukça yüksek olabilmektedir. İşte bu nedenle, profesyonel ekipler tarafından FV panellerin temizliği yapılmalıdır.

GES'lerde, Şekil 2'deki gibi üzerinde tozlanma oluşan FV panellerde, tozlanmadan kaynaklı enerji kayıpları; tozun türü, birikim kalınlığı, son yağış ile geçen süre ve panel temizlik programı gibi faktörlere bağlıdır [3,7].

Şekil 2. Tozlu FV paneller.

Yapılan araştırmalar, panel eğiminin 15°'den büyük olması durumunda, yağmurun panel yüzeyindeki tozu temizlemede etkili olabileceğini göstermekte ve bu koşullarda, FV panellerin tozlanmadan kaynaklanan performans kaybının yaklaşık %0.5 ile sınırlı kaldığını belirtmektedir [8]. Özellikle çatı güneş enerjisi uygulamalarında, çatı eğiminin 15°'ten düşük olması, organize sanayi bölgelerindeki fabrika baca gazlarının yoğunluğu ve çırçır fabrikaları gibi yoğun toz üreten tesislerde, panellerin düşük veya seyrek yağış alması, tozlanma nedeniyle performans kaybını artırmaktadır.

Sıcaklık Kayıpları

FV paneller, güneş ışınını emerek elektrik enerjisine dönüştürürken, aynı zamanda ısınır. Ancak yarı iletken malzemelerde sıcaklığın artması, hücrelerin iç direncini artırır ve açık devre voltajını düşürür. Dolayısıyla, yarıiletken malzemeden oluşan FV panellerde sıcaklığın artması, verimi düşürür.

Özellikle ortam sıcaklığı yüksek olan bölgelerde, FV paneller sürekli yüksek sıcaklığa maruz kaldığından performansı düşecektir. Ayrıca, çatı yerleşimi gibi paneller arasındaki hava akışının sınırlı olduğu durumlarda da, panel yüzey sıcaklığı artacaktır.

Bu kayıpları minimize etmek için, paneller arasında yeterli hava akışını sağlamak için açık montaj sistemleri tercih edilebilir, düşük sıcaklık katsayısına sahip FV hücreler tercih edilebilir, pasif soğutma ya da termal yönetim sistemleri kullanmak gibi çeşitli uygulamalardan yararlanılabilir.

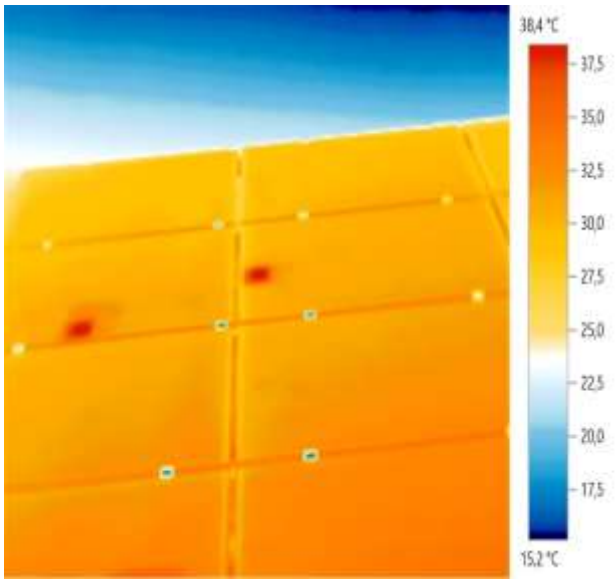
FV Panel Açısı ve Yönü

FV panel açısı ve yönünün doğru belirlenmesi, panellerin sıcaklıktan daha az etkilenmesi, güneş ışınından daha çok faydalanılması ve daha önce de belirtildiği gibi yağışlar yolu ile tozlanmanın azaltılması açısından sistem verimini doğrudan etkilemektedir.

FV panel açısı, yıllık bazda belirlenecek optimum derecede olmalıdır. Bu nedenle, kış ya da yaz aylarına göre yapılacak hesaplamalarla açının belirlenmesi, yılda bir defa optimum derecenin yakalanmasını sağlayacağından, istenilen üretim elde edilemeyecektir. Ancak, güz-bahar dönemleri baz alınarak yapılacak hesaplamalar, her iki mevsim dönemini de kapsayacağından, yılda iki defa optimum açı yakalanacaktır.

PV Modül Hotspot

Hotspot (sıcak nokta) hücreler, Şekil 3'te de görüldüğü gibi aynı panelde bulunan diğer hücrelere kıyasla daha yüksek bir sıcaklığa sahiptir. Bir hücrenin sıcaklığının artması, FV modül üzerinde güç kayıplarına yol açmanın yanı sıra, modülün ömrünü de kısaltmaktadır. Hotspot oluşumunun temel nedeni, hücrenin yeterli ışınım alamaması ve bu nedenle diğer hücreler tarafından üretilen akımı iletmek için direnç göstermesidir [9]. Bu direnç, hücre üzerinde ısıya dönüşerek çevreye yayılır.



Şekil 3. Hotspot hücreler

Hotspot oluşumu, güneş enerjisi santralleri için istenmeyen ve performansı olumsuz etkileyen bir durumdur. Bu duruma neden olan faktörler, panel üzerine gölge düşmesi, panellerin kirlenmesi ve çevresel faktörler olarak sıralanabilir.

FV panel üzerine sürekli gölge düşmesi ya da panel üzerinde oluşan toz ve kirler FV hücrenin yeteri kadar ışınım alamamasına, bu da FV hücrelerin ısınmasına neden olacaktır.

Bunların haricinde, panellerin üretildikten sonra taşınmasında, montajında vs. darbelere maruz kalması, panel üzerinde gözle görülmeyen kılcak çatlaklar oluşturabilmektedir. Hücre üzerinde oluşan kılcal çatlaklar da, hotspot hücre oluşumuna neden olmaktadır.

İnverter Kayıpları

GES'lerde oluşan inverter kayıpları, enerji dönüşüm sürecindeki en önemli kayıplardan biridir. FV paneller tarafından üretilen DA'nın AA'ya dönüştürülme işlemi inverterler aracılığıyla gerçekleştirilir. Ancak bu dönüşüm sırasında enerji kaybı meydana gelir.

Çoğu inverter, %98 civarında bir verimlilikle çalışmakla birlikte, bu rakam düşük kaliteli veya eski inverterlerde daha düşüktür [10]. Ayrıca inverterlerin tam kapasitede çalışmaması da enerji kaybına neden olan bir başka faktördür. Sabah ve akşam saatlerinde kısmi yük verimliliği azaldığından, bu

zamanlarda kayıp artacaktır. Özellikle merkezi inverterlerde, ışın oranının düşük olduğu koşullarda panellerin birbirini etkileyerek verim kaybına neden olması yaygın görülen bir sorundur.

İnverter kayıplarını etkileyen diğer bir faktör ise, inverterlerin çalışırken ürettiği ısıdır. Uygun bir soğutma sistemi olmaması durumunda aşırı ısınma meydana gelir ve inverterin performansı olumsuz etkilenir. Ayrıca, inverterlerin bekleme modundayken enerji tüketmesi (standby kayıpları), harmonik bozulmalar ve zamanla elektronik bileşenlerin yıpranması gibi nedenlerle de kayıplar yaşanır.

Bu kayıpların azaltılması için, verimi yüksek inverterlerin tercih edilerek, bakımının düzenli yapılması önemlidir. Ayrıca, uygun soğutma sistemlerinin sağlanması da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle inverterlerin kurulduğu bölge; tozlu, nemli ve kapalı olmamalıdır. Gündüz gelen ışınımdan dolayı sıcaklıktan etkilenmemeli ve doğal soğutma için sürekli hava akışı olmalıdır. Bunlara ek olarak, akıllı izleme sistemleri ile inverter performansının sürekli olarak takip edilmesi ve olası sorunların erken tespit edilmesi de kayıpları azaltabilir.

Kablo Kayıpları

Kablo kayıpları, kablonun iletkeninde, yalıtkanında, kılıfında, ekranında ve zırhında meydana gelen enerji kayıplarını ifade eder ve enerji iletiminde performans düşüşüne neden olabilmektedir [10,11].

İletken kayıpları (I^2R), elektrik akımının kablo iletkeninden geçişi sırasında oluşan ısı enerjisi kaybını temsil eder ve bu kayıplar, akımın değeri ile iletkenin direnci arasındaki ilişkiye bağlıdır. Kablonun kesit alanı, malzeme türü (örneğin bakır veya alüminyum) ve çalışma sıcaklığı, direnç değerini etkileyen başlıca faktörlerdir.

Alüminyum ve bakır iletkenlerin kendilerine ait özdirençleri bulunur. Bakır kablonun iletkenliği, alüminyum kabloya göre daha yüksek olmasına rağmen, alüminyum kablo daha büyük kesit alanıyla kullanıldığında kayıpların benzer seviyelerde olduğunu göstermektedir. Bunun temel nedeni, alüminyumun iletkenliğinin bakıra oranla daha düşük olmasıdır. Bu düşüklüğü telafi etmek ve akım taşıma kapasitesini artırmak amacıyla, alüminyum kablonun kesit alanı orantılı olarak büyütülmektedir. Bu durum, malzeme seçiminde iletkenlik ve maliyet dengesi açısından önemli bir husustur.

Dielektrik kayıpları ise, kablo yalıtkanında meydana gelir ve iki temel mekanizma ile ilişkilendirilir: Birincisi, yalıtkan malzeme içinde gerçekleşen kaçan akımlardır. Bu akımlar, yalıtkan malzemenin kusurları veya yaşlanması gibi nedenlerle oluşur ve enerji kaybına yol açmaktadır. İkincisi ise, AA etkisiyle yalıtkan malzemenin kutuplanması sonucu ortaya çıkan enerji kayıplarıdır. Dielektrik malzemenin yapısal özellikleri, kullanılan malzeme türü ve frekans bu kayıpların büyüklüğünü belirleyen ana unsurlardır.

Düşük ve orta gerilimli kablolarda dielektrik kayıpları genellikle ihmal edilebilir seviyelerde olsa da, yüksek gerilim ve çok yüksek gerilim kablolarında bu kayıplar önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Özellikle uzun mesafeli enerji iletim hatlarında dielektrik kayıpları, sistem verimliliğini ciddi ölçüde etkileyebilir ve bu nedenle yüksek performanslı yalıtkan malzemeler kullanılması veya kablo tasarımının optimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, kablo kayıplarını en aza indirmek için düzenli bakım, işletme koşullarının izlenmesi ve uygun kablo seçimi kritik bir rol oynamaktadır.

Ayrıca kablo direnci, kablonun uzunluğuna bağlı olmak üzere değişmektedir. Kablonun uzunluğunun artması kablo direncini artıracak, kablo direncinin artmasına paralel olarak kayıplar da artacaktır. Kabloların direnci artıracak bir diğer unsur ise iletkenin alanıdır. Kablo mesafesi arttıkça kullanılacak iletkenin alanının da arttırılması gerekir.

Kablonun akım taşıma kapasitesi, bir kablonun yalıtımı için belirlenmiş maksimum sıcaklık sınırını aşmaksızın, sürekli olarak taşıyabileceği akım miktarı olarak tanımlanmaktadır. Kablo akım taşıma kapasitesi; iletkenin uzunluğuna, iletken üzerinden geçecek güce, iletkenin malzemesine, gerilim düşümüne, iletken üzerinden geçecek gerilime ve güç faktörüne göre değişkenlik gösterir. Kablolar, üretilen elektrik enerjisini panellerden invertere ve ardından şebekeye taşırken, akım taşıma kapasitesi yetersiz olan kablolar fazla ısınarak enerji kayıplarına neden olur. Bu kayıplar, genellikle iletkenin iç direncinden kaynaklanan ısı şeklinde ortaya çıkar. Uygun çapta ve düşük dirençli kablolar kullanılmadığında, voltaj düşümü yaşanır ve enerji kaybı artar. Özellikle uzun mesafelerde, uygun

seçilmemiş kablolar bu kayıpları daha da artırabilir. Ayrıca, aşırı yüklenme durumlarında yetersiz kapasiteye sahip kabloların ısınması, sistemin güvenliğini riske atabilir ve yangın gibi tehlikelere yol açabilir. Bu nedenle, enerji kayıplarını minimize etmek için kabloların akım taşıma kapasitesinin doğru hesaplanması ve seçilmesi kritik öneme sahiptir [10,11].

SONUÇ

Bu çalışmada, GES'lerde oluşan kayıplar incelenmiştir. Panel üzerinde oluşan gölgelenme ve toz, panel açısı ve yönü, sıcaklık, hotspot oluşumu, inverter verimliliği, kablo ve iletken özellikleri FV panellerde ve dolayısıyla GES'lerde enerji kaybına neden olmaktadır.

FV panellerde en verimli şekilde enerji üretebilmesi için optimum ışınım değerine ihtiyaç duyduğu bilinmektedir. Panel üzerine düşen gölge ya da panel yüzeyinde oluşan toz birikimi ışınımı engelleyerek sistem performansını olumsuz etkiler. Bu nedenle, panellerin üzerine gölge düşmeyecek şekilde yerleştirilmesi, düzenli olarak temizliğinin yapılması ve güneş ışınımından maksimum faydalanılacak şekilde optimum eğim açılarının belirlenmesi gerekmektedir.

Sıcaklık da, FV sistem verimliliği üzerinde doğrudan etkiye sahip olan parametrelerden biridir. Sıcaklık kaynaklı kayıpların önüne geçmek için, açık montaj sistemlerinin tercih edilmesi, düşük sıcaklık katsayısına sahip panellerin kullanılması ve pasif soğutma tekniklerinden yararlanılması önerilmektedir.

FV panellerin ömrünü kısaltan ve enerji kaybına neden olan bir başka faktör ise hotspot oluşumudur. Gölgelenme, kirlenme ve kılcal çatlaklar gibi nedenlerle oluşan hotspotlar, sistem performansını düşürmektedir. Hotspot oluşumunu en aza indirmek için, gölgelenme hesaplarının dikkatli bir şekilde yapılması ve panellerin düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir. Yani, bu sorunun önüne geçmek için kaliteli malzeme seçimi, doğru montaj ve düzenli bakım süreçlerinin sağlanması gereklidir.

Bunun yanı sıra, yarı kesim (half-cut) FV paneller kullanılması, ışınım miktarı az olan veya hiç ışınım almayan hücrelerin akımının alternatif yollarla taşınmasını sağlayacak ve enerji kaybını azaltacaktır.

İnverter kayıpları, FV sistemlerin enerji dönüşüm sürecinde dikkat edilmesi gereken önemli bir kayıp türüdür. Yüksek verimli inverterlerin kullanımı, düzenli bakım ve uygun soğutma sistemleriyle bu kayıplar minimize edilebilir.

Son olarak, kablo ve iletken kayıpları incelendiğinde, iletkenlik ve maliyet dengesi açısından doğru malzeme seçimi, uygun kesit alanlarının belirlenmesi ve kablo izolasyon kalitesinin artırılması gibi önlemlerle bu kayıplar azaltılabilir.

Sonuç olarak, FV sistemlerde enerji kaybına neden olan faktörlerin belirlenmesi ve bu kayıpları minimize edecek çözüm önerilerinin uygulanması, GES'lerin verimliliğini artırmak ve sürdürülebilir enerji üretimine katkı sağlamak için büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Öztürk, H.H., Kaya, D. 2013.Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Teknoloji, Umuttepe Yayınları, Yayın No: 97, ISBN:978-605-5100-00-1.

[2] Karagözoğlu, L., & Duranay, Z. B. (2023). Investigation of Maximum Power Point Tracking Methods in Photovoltaic Sytems. International Journal of Innovative Engineering Applications, 7(1), 86-95.

[3] Karaman, B., & Taskın, S. (2022). Otonom fotovoltaik panel yüzey temizleme robotu geliştirilmesi ve temizleme aralığının enerji verimliliği üzerine analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(2), 234-239.

[4] Karaagac, M. O., Oğul, H., & Bulut, F. (2021). Sinop İli Koşullarında Monokristal ve Polikristal Fotovoltaik Panellerin Değerlendirilmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10(1), 176-181.

[5] Deline, C., Partially Shaded Operation of a Grid-Tied PV System, NREL, 2009.

[6] M. Piliougine, J. Carretero, M. Sidrachde-Cardona, D. Montiel, P. SánchezFriera. Comparative analysis of the dust losses in photovoltaic modules with different cover glasses. Proceedings of 23rd European Solar Energy Conference, 2008, pp. 2698-2700.

[7] Kymakis, E.; Kalykakis, S. & Papazoglou, T.M. (2009). Performance Analysis of a Grid Connected Photovoltaic Park on the Island of Crete. Energy Conversion and Management, Vol. 50, No. 3, March 2009, pp. 433–438

[8] Detrick, A.; Kimber, A. & Mitchell, L. (2005). Performance Evaluation Standards for Photovoltaic Modules and Systems, Proceedings of the 31st IEEE Photovoltaics Specialists Conference, pp. 1581-1586, ISBN 0-7803-8707-4, Lake Buena Vista, USA, January 2005

[9] Güzelbay, A. (2024). Güneş Paneli Üretim Hatalarının Enerji Verimliliğine Olan Etkilerinin Belirlenmesi (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)).

[10] Deniz E. (2013). Güneş Enerjisi Santrallerinde Kayıplar. III. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre ve Sergisi Bildirileri, İzmir

[11] Kerem, A., Atik, M., & Bayram, A. (2020). Fotovoltaik (PV) panel sisteminde yüzey soğutma işleminin elektrik üretimine etkisinin deneysel incelenmesi. International Journal of Engineering Research and Development, 12(2), 565-578.

EXAMINATION OF A SOLAR AND WIND-BASED MICROGRID

GÜNEŞ VE RÜZGAR TABANLI MİKROŞEBEKELERİN İNCELENMESİ

Mohammed BUSHRA MOHAMMED

Firat University

ORCID NO: 0009-0005-5787-0896

Zeynep Bala DURANAY

Doç.Dr., Firat University

ORCID NO: 0000-0003-2212-5544

Hanifi GÜLDEMİR

Prof.Dr., Firat University

ORCID NO: 0000-0003-0491-8348

ABSTRACT

This research investigates the concept of solar/wind energy systems as part of microgrids, the efficiency and sustainability of which are analyzed. Renewable energy systems, particularly solar and wind energy, have gained significant attention due to their potential to mitigate environmental degradation and reduce dependency on finite non-renewable resources. Solar energy, derived from sunlight, is a clean and abundant source of power. Similarly, wind energy, harnessed through turbines, offers an environmentally friendly solution with zero carbon emissions. Due to the impact of environmental degradation and the fact that non-renewable energy sources are finite, the renewable energy systems are a good solution.

However, despite their numerous advantages, solar and wind energy systems face certain challenges. One of the key challenges of solar and wind energy is their intermittency and reliance on weather conditions. Solar panels are dependent on sunlight, which varies depending on the time of day and weather conditions, while wind turbines require consistent wind speeds to generate power effectively. This intermittency causes instability in energy supply and make it challenging to rely solely on these sources.

To mitigate these issues a hybrid energy system consisting of various energy sources like solar and wind energy is designed. Such systems not only improve energy reliability but also optimize resource utilization by compensating for the weaknesses of individual energy sources. For instance, when solar energy production is low due to overcast conditions, wind turbines can provide supplemental power.

Additionally, integrating these hybrid systems into microgrids enhances their effectiveness. Microgrids, which are localized energy networks, enable efficient energy distribution while maintaining independence from central grids. Thus, renewable energy can meet microgrid needs and optimize the power supply system under environmental protection conditions. This approach not only supports sustainable energy solutions but also strengthens energy security and resilience. Therefore, this endowment represents a tempting method.

In conclusion, the study highlights the potential of hybrid solar-wind systems within microgrids as a viable and sustainable strategy to overcome energy challenges and reduce environmental impact.

Keywords: Microgrid, Renewable Energy, Solar Energy, Wind Energy.

ÖZET

Bu araştırma, mikroşebekelerin bir parçası olarak güneş/rüzgar enerji sistemleri kavramını, bu sistemlerin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini incelemektedir. Yenilenebilir enerji sistemleri, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi, çevresel bozulmayı hafifletme ve sınırlı yenilenemez kaynaklara bağımlılığı azaltma potansiyeli nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Güneş enerjisi, güneş ışığından elde edilen temiz ve bol bir enerji kaynağıdır. Benzer şekilde, türbinler aracılığıyla elde edilen rüzgar enerjisi, sıfır karbon salınımıyla çevre dostu bir çözüm sunmaktadır. Çevresel bozulmanın etkileri ve yenilenemez enerji kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle, yenilenebilir enerji sistemleri iyi bir çözüm sunmaktadır.

Ancak, bu sistemlerin birçok avantajına rağmen, güneş ve rüzgar enerjisi bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Güneş ve rüzgar enerjisinin temel zorluklarından biri, süreksizlikleri ve hava koşullarına bağımlılıklarıdır. Güneş panelleri, günün saatine ve hava koşullarına bağlı olarak değişen güneş ışığına ihtiyaç duymaktadır. Benzer şekilde, rüzgar türbinleri, etkili bir şekilde enerji üretebilmek için sürekli bir rüzgar hızına ihtiyaç duyarlar. Bu süreksizlik, enerji arzında istikrarsızlığa neden olur ve yalnızca bu kaynaklara güvenmeyi zorlaştırır.

Bu sorunları hafifletmek için güneş ve rüzgar enerjisi gibi çeşitli enerji kaynaklarını içeren hibrit bir enerji sistemi tasarlanmıştır. Bu tür sistemler, enerji güvenilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda bireysel enerji kaynaklarının zayıflıklarını telafi ederek kaynak kullanımını optimize eder. Örneğin, bulutlu hava nedeniyle güneş enerjisi üretiminin düşük olduğu durumlarda, rüzgar türbinleri ek enerji sağlayabilir.

Ayrıca, bu hibrit sistemlerin mikroşebekelere entegrasyonu, etkinliklerini artırmaktadır. Mikroşebekeler, yerel enerji dağıtımı sağlayan ve merkezi şebekelere bağımlılığı azaltan enerji ağlarıdır. Böylece yenilenebilir enerji, mikro şebeke ihtiyaçlarını karşılayabilir ve çevresel koruma koşulları altında güç arz sistemini optimize edebilir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir enerji çözümlerini desteklemenin yanı sıra enerji güvenliğini ve dayanıklılığını da güçlendirmektedir. Bu nedenle, bu yaklaşım cazip bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada, enerji zorluklarının üstesinden gelmek ve çevresel etkiyi azaltmak için uygulanabilir ve sürdürülebilir bir strateji olarak mikro şebekeler içerisinde hibrit güneş-rüzgar sistemlerinin potansiyeli vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikroşebekeler, Yenilenebilir Enerji, Güneş enerjisi, Rüzgar Enerjisi.

INTRODUCTION

Energy is one of the fundamental forms of existence and a manifestation of life. One of its key characteristics is that it neither vanishes nor is created from nothing. It is essential for meeting human needs, for health, for daily life, for communication with others, and for mobility. Consequently, energy plays a vital role in economic and social development [1].

Energy, in all its sources and forms, is the backbone of life. It powers loads, runs factories and machines, and sustain society, making it essential for progress and development. as well as industrial and natural devices, diagnostic tools, and medical treatments.

Energy can exist in several forms, including kinetic energy, which results from the movement of objects; thermal energy, which arises from the motion of molecules within materials; chemical energy, which is stored in the bonds between atoms and molecules; nuclear energy, which is stored in the nucleus of the atom and released during nuclear reactions; and electrical energy, which is generated by the movement of electrons, sourced from both renewable and non-renewable sources.

Initially, energy production relied on non-renewable sources. However, these sources are finite and cannot be replenished or replaced quickly. The use of these energy sources has led to numerous negative effects on the environment and human health. For example, the burning of fossil fuels emits harmful gases, such as carbon dioxide, which contribute to global warming. These energy sources are unsustainable, and their reserves will eventually be depleted, while their costs remain high. Additionally,

they have detrimental effects on public health. One of the key measures to reduce emissions and reliance on fossil fuels has been the shift toward renewable energy sources.

Renewable energy is derived from natural, sustainable sources that are constantly replenished and do not deplete over time, such as solar, wind, water, geothermal energy, and tidal energy. These sources are environmentally friendly, as they reduce harmful emissions compared to non-renewable energy sources.

However, renewable energy requires high initial investments and is dependent on natural factors such as weather and wind patterns. It also demands advanced technologies to store energy effectively.

Therefore, managing and utilizing energy efficiently has become one of the most significant global challenges, given the increasing demand for energy and its environmental impact. One solution to reduce the negative impact of fossil fuels is the development of clean, renewable energy.

RENEWABLE ENERGY SOURCES

Renewable energy is derived from the Earth's natural and limitless resources, such as wind, solar radiation and waves. It serves as an alternative to traditional energy, which relies on fossil fuels, and tends to be less harmful to the environment. Renewable energy is readily available in any part of the world [2].

However, some renewable energy sources produce intermittent and non-continuous energy. For example, solar energy provides a stable output during the day, while wind energy complements production at night or during periods of high wind. Therefore, a mix of various clean energy sources, such as solar and wind energy, can be integrated. This system is referred to as microgrids, which has demonstrated an innovative solution to ensure energy efficiency and sustainability.

Solar Energy

It is the energy which derived from the sun through the form of solar radiation. Energy is generated either in photovoltaic (PV) systems or in Concentrated Solar Power (CSP) systems.

CSP technology relies on concentrating solar rays to generate thermal energy, which can then be used to produce electricity. These systems consist of mirrors or reflectors that focus sunlight onto a specific point or line, along with a thermal receiver, heat transfer fluids such as molten salt or thermal oil, and generators, as well as thermal storage systems [3].

Direct generation of electrical energy from the sun without the need for conversion relies on photovoltaic systems [3]. Photovoltaic systems are panels that can quickly convert solar radiation into electrical energy [4].

Figure 1 given below illustrates the components of a solar energy system and the process of electrical energy generation.

Fig 1 : The Schematic diagram of the solar system and generation process

Solar energy stands as a promising solution for sustainable power generation; however, understanding its advantages and limitations is crucial for its effective utilization [5].

Advantages of solar energy:

- A renewable and sustainable energy source.
- Environmentally friendly.
- Completeness and publicity of the source.
- Provides energy production in remote areas.
- Flexible in its use.
- Requires minimal maintenance.

Disadvantages of solar energy:

- High initial costs (solar panels and storage systems).
- The temperature dependence of the day temperature.
- Always clean the light-emitting surface.
- Energy storage is costly.
- Performance degradation over time.
- Always need to accumulate.

Wind Energy

Wind energy is the energy extracted from the movement of air in the atmosphere. This kinetic energy is then converted into electrical energy using wind [6].

Wind energy is a mature technology that can be rapidly deployed, with no limits to its integration into power systems. It converts kinetic energy into mechanical energy and then into electrical energy.

When the wind blows, it strikes the blades, causing them to rotate. The rotation of the turbines moves the rotational shaft, which is connected to an electrical generator that converts mechanical energy into electrical energy using the principle of electromagnetic induction [6].

In Figure 2 obtained by AI, wind turbines' internal components are displayed including aerodynamic blades that capture wind energy, the pitch control system, and the gearbox, which converts mechanical energy into usable energy.

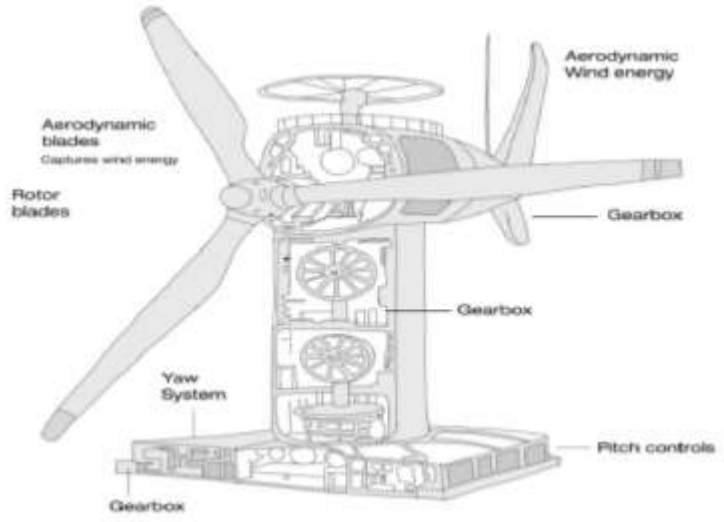


Figure 2. A schematic diagram of a wind turbine showing key components.

Wind energy, while offering significant benefits as a renewable power source, also comes with its own set of advantages and disadvantages that must be carefully considered [7].

Advantages of wind energy:

- ❖ Renewable energy source.
- ❖ Environmentally friendly.
- ❖ Long-term cost savings.
- ❖ Flexibility in installation.
- ❖ Integration with other energy systems.

Disadvantages of wind energy:

- ❖ Intermittent energy supply.
- ❖ Impact on wildlife: turbines pose a threat to birds.
- ❖ Noise pollution.
- ❖ Requires large areas of space.
- ❖ Effect on local weather conditions.

HYBRID SYSTEM

A hybrid system is a system that combines two or more types of energy systems to achieve better performance and efficiency. The idea of the hybrid system came in response to the challenges faced by both traditional and renewable energy systems. These challenges are related to the reliance on a single energy source, changes in environmental conditions, and the need for energy sustainability in the future [8].

Figure 3 illustrates the general structure of the hybrid energy management system. Renewable energy sources (such as solar and wind energy) and non-renewable sources (such as fossil fuels) are integrated through AC-DC or DC-AC converters. Surplus energy is stored using a storage unit connected to a bi-directional converter. The required energy is supplied to the loads through the main bus (AC/DC Bus) or from the electrical grid when needed.

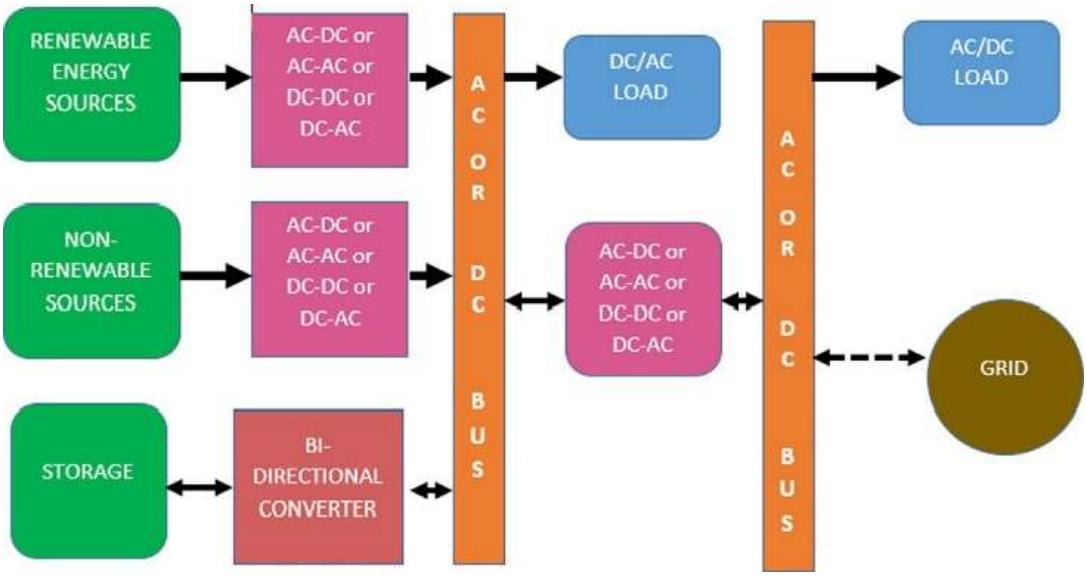


Figure 3. The general structure of the hybrid energy management system.

Energy consumption efficiency is improved by hybrid systems, leading to a reduction in operational costs. By integrating multiple energy sources, energy use is optimized, ensuring that energy generation aligns with demand and environmental conditions.

Furthermore, emissions of carbon and other pollutants are lowered by hybrid systems, contributing to environmental sustainability. The reliance on fossil fuels is reduced, which are major contributors to air pollution and climate change.

Moreover, better performance is provided by hybrid systems under varying operational conditions. The strengths of different energy sources are combined, allowing adaptation to changes in environmental conditions and energy demand, ensuring a continuous and reliable energy supply.

The advantages of multiple technologies are combined in hybrid systems, offering diverse options for users. These systems can be tailored to meet specific energy needs across residential, industrial, or transportation sectors, providing flexibility and resilience.

Innovations in energy, transportation, and technology are supported by hybrid systems, playing a key role in the development of future solutions. Integration of cutting-edge technologies, such as smart grids, energy storage, and electric vehicles, is enabled, helping to pave the way for sustainable energy solutions [9].

MICROGRIDS

Microgrid technology represents an innovative solution that effectively integrates the advantages of distributed generation, providing an advanced technical approach to expand the application of new and renewable energy sources connected to the grid. Microgrids are characterized by their ability to enhance energy utilization efficiency at multiple levels, in addition to their role as a strategic complement to the main power grid by improving the reliability and quality of power supply. Microgrids have become one of the most advanced and widely researched topics in the field of electrical engineering, both locally and internationally [10].

One of the distinctive characteristic of the microgrids is a small system consisting of small energy sources and flexible loads that can be scheduled more easily compared to the large grid. Otherwise, it is diverse, as it integrates both traditional and renewable energy sources, along with energy storage systems that ensure system stability. It also includes various types of loads, such as sensitive, non-sensitive, controllable, and uncontrollable loads. In addition, the microgrid offers the capability of shared control, allowing different operating modes to be selected based on changing conditions, improving both system reliability and safety. Additionally, the microgrid interacts strongly with the main grid, providing support when needed or receiving energy from it. Finally, the microgrid can operate independently under certain conditions, ensuring local electricity demand is met continuously [11].

For users, microgrid can meet their specific needs, such as increasing local reliability, reducing feeder loss and maintaining stability of local voltage, etc. Microgrid and large grid exchange energy, the two parts are backup of each other, thus improving reliability of power supply [11].

As shown in Figure 4, the hybrid wind-solar energy system demonstrates the integration of various energy sources to efficiently meet the demands of different loads. This system relies on the use of wind turbines and solar panels as primary renewable energy sources, where the energy generated from these sources is converted into usable power to supply the loads. To ensure the continuity of power supply, even in cases of fluctuations in renewable energy production, energy storage systems are employed as an intermediary to stabilize the system [12].

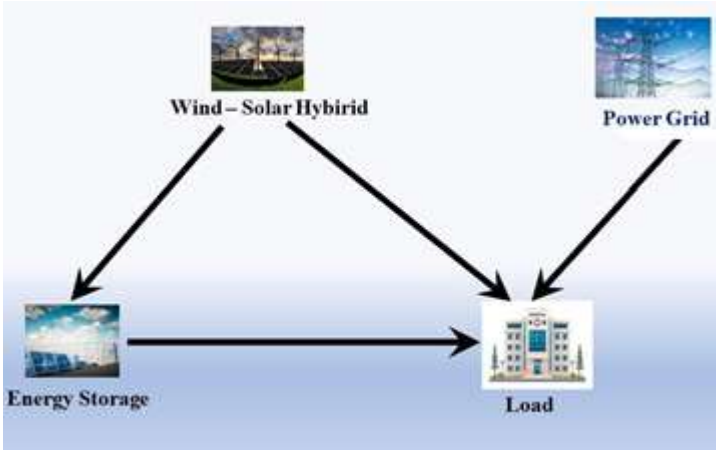


Figure 4. Integrated Microgrid System Combining Solar and Wind Energy

CONCLUSION

Despite being widely variable energy sources, both solar and wind energy have distinct advantages that can be leveraged when integrated into a microgrid. Their integration with solar and wind energy in microgrids would enhance energy efficiency by optimizing the generation and consumption of electricity. This integration allows for better management of power generation by utilizing both sources at their peak production times, leading to more stable and reliable energy output. It would minimize the amount of energy lost in transmission because the energy is generated closer to where it is consumed, reducing the need for long-distance power transmission and the associated losses that typically occur over vast distances.

Such interconnection guarantees energy supply sustainability by ensuring that the system can adapt to fluctuations in energy production and consumption. For instance, when wind energy generation is low, solar power can take over, and vice versa, creating a complementary relationship between the two sources. This stimulates the complementarity of solar and wind energy sources, as each source compensates for the other's variability, ensuring that energy demand is met at all times, regardless of the changes in weather or environmental conditions.

In this manner, the system reduces dependence on fossil fuels, which are the primary contributors to pollution and climate change. By relying on renewable energy sources like solar and wind, the system minimizes the need for traditional fossil-fuel-based power generation. This leads to reduced harmful emissions such as carbon dioxide, sulfur dioxide, and nitrogen oxides, which have significant adverse effects on air quality and the environment. Helping meet environmental targets, the use of renewable energy systems in microgrids directly supports efforts to reduce global greenhouse gas emissions and mitigate the effects of climate change, contributing to a cleaner, healthier planet.

REFERENCES

1. V. Smil, Energy and Civilization: A History. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.

2. D. J. C. MacKay, Sustainable Energy Without the Hot Air. Cambridge: UIT Cambridge, 2009.

3. J. Twidell and T. Weir, Renewable Energy Resources, 3rd ed. New York, NY, USA: Routledge, 2015.

4. E. I. Ortiz-Rivera and F. Z. Peng, Analytical model for a photovoltaic module using the electrical characteristics provided by the manufacturer data sheet, in 36th IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC ‟05), Recife, Brazil, 2005, 2087–2091.

5. D. Yogi Goswami, F. Kreith, and J. F. Kreider, Principles of Solar Engineering, 3rd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2015.

6. J. F. Manwell, J. G. McGowan, and A. L. Rogers, Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, 2nd ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2009.

7. R. J. Peters, Wind Power: The Industry and its Role in the Future of Energy, 1st ed. London, U.K.: Springer, 2016.

8. T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, and E. Bossanyi, Wind Energy

9. H. Ibrahim and A. Ilinca, Hybrid Renewable Energy Systems: Modelling, Optimization and Control, Cham, Switzerland: Springer, 2017.

10. A. Kumar, S. Jain, and N. B. Saxena, Hybrid Renewable Energy Systems: Principles, Design, and Applications, 1st ed. London, U.K.: Academic Press, 2020.

11. L. S. M. H. (Hassan) and S. S. M. (Shams), Microgrid Technology and Applications, 1st ed. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2020.

12. A. Ghosh, S. Jain, and M. K. Mishra, Microgrid: Architecture, Control, and Protection, 1st ed. Cham, Switzerland: Springer, 2017.

DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC VALUE OF THE TRYPTOPHAN/KYNURENINE RATIO: A COMPREHENSIVE ANALYSIS ACROSS DISEASES

Gamze DEMİREL

Lecturer Dr., Selçuk University

ORCID ID:0000-0001-6037-378X

ABSTRACT

The tryptophan/kynurenine (Trp/Kyn) ratio has emerged as an important biomarker for the diagnosis and monitoring of various diseases. This study reviews research published between 2020 and 2024 in Google Scholar and PubMed databases, evaluating the relationship between the Trp/Kyn ratio and different diseases. This ratio is utilized as a marker of immunological activation, inflammation, and metabolic abnormalities. It represents the activity of the enzyme indoleamine 2,3-dioxygenase (IDO), which catalyzes the conversion of tryptophan to kynurenine. The study highlights the association of changes in the Trp/Kyn ratio with neurodegenerative, infectious, psychiatric, autoimmune, and metabolic diseases.

In neurodegenerative diseases, such as Alzheimer's and Huntington's, alterations in the Trp/Kyn ratio play a critical role in understanding the biological processes and tracking the progression of these conditions. In psychiatric disorders, including depression, bipolar disorder, and schizophrenia, the shift from serotonin metabolism toward kynurenine has been shown to be significant in the pathophysiology of these illnesses. In infectious diseases, such as COVID-19 and tuberculosis, the Trp/Kyn ratio has been identified as closely linked to inflammatory processes. Increased levels of this ratio in COVID-19 patients suggest its potential connection to disease severity. Similarly, in HIV/AIDS patients, elevated kynurenine levels reflect heightened immune system activity. In metabolic diseases, including obesity and metabolic syndrome, changes in the Trp/Kyn ratio are indicative of underlying metabolic dysregulation. Disturbances in tryptophan metabolism have also been linked to disease activity in autoimmune conditions such as rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus (SLE).

The results of this study show that the Trp/Kyn ratio is a useful biomarker for tracking the course of a disease and assessing the efficacy of treatment measures in addition to being a diagnostic tool. It is anticipated that future studies will shed more light on this biomarker's function in the etiology and management of different illnesses.

Keywords: Tryptophan/Kynurenine Ratio, Indoleamine 2,3-Dioxygenase Activity, Neurodegenerative and Psychiatric Disorders, Infectious and Autoimmune Diseases, Inflammation and Metabolic Dysregulation

INTRODUCTION

Tryptophan metabolism is integral to maintaining both immune and neurological balance within the human body. Central to this process is the kynurenine pathway, wherein the essential amino acid tryptophan is converted into kynurenine through the action of the enzyme indoleamine 2,3-dioxygenase (IDO). The activity of IDO is closely regulated by immune and inflammatory responses, making the tryptophan/kynurenine (Trp/Kyn) ratio a significant biomarker in various disease states (Schwarcz, Bruno, Muchowski, & Wu, 2012).

Recent studies have highlighted the Trp/Kyn ratio's relevance across a spectrum of pathological conditions. Alterations in this ratio not only indicate immune activation and inflammation but also provide insights into disease progression. For instance, in neurodegenerative diseases, such as Alzheimer's and Huntington's, changes in the Trp/Kyn ratio have been linked to disease mechanisms and progression. In psychiatric disorders, including depression and schizophrenia, a shift from serotonin

metabolism towards kynurenine has been implicated in their pathophysiology. In infectious diseases like tuberculosis, the Trp/Kyn ratio serves as a promising metabolomic biomarker for diagnosis. Furthermore, changes in this ratio have been linked to disease activity in autoimmune conditions including rheumatoid arthritis. (Savitz, 2020).

This comprehensive analysis delves into the diagnostic and prognostic implications of the Trp/Kyn ratio across neurodegenerative, psychiatric, infectious, metabolic, and autoimmune diseases, underscoring its potential as a versatile biomarker.

RESEARCH AND FINDINGS

1. Neurodegenerative Diseases

Progressive harm and death of neurons in the central nervous system are hallmarks of neurodegenerative disorders. Since increased activity of IDO speeds up the conversion of tryptophan to kynurenine and its hazardous downstream metabolite, quinolinic acid, the kynurenine pathway is essential to the pathophysiology of these illnesses. (Oxenkrug, 2010).

Alzheimer's Disease: In Alzheimer's disease, quinolinic acid overstimulates N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptors, leading to neuronal damage and cell death. This neurotoxicity is associated with tau protein hyperphosphorylation and amyloid plaque formation, hallmark features of the disease. Studies show a reduction in the Trp/Kyn ratio correlates with disease progression and cognitive decline, making it a potential biomarker for tracking disease severity and evaluating therapeutic interventions.

Huntington's Disease: Similar to Alzheimer's, Huntington's disease involves neuronal degeneration, particularly in the striatum. Quinolinic acid exacerbates this degeneration. Alterations in the Trp/Kyn ratio have been linked to disease progression and motor dysfunction in Huntington's disease (Sheibani et al., 2023).

Evaluating the Trp/Kyn ratio in neurodegenerative diseases can provide valuable insights into disease mechanisms and help monitor treatment responses aimed at reducing neuroinflammation.

2. Psychiatric Disorders

Psychiatric conditions such as major depressive disorder and schizophrenia are linked to disruptions in tryptophan metabolism. The kynurenine pathway's activation shifts tryptophan away from serotonin synthesis, contributing to mood and cognitive disturbances.

Major Depressive Disorder (MDD): In MDD, a decreased Trp/Kyn ratio has been associated with reduced serotonin levels and increased kynurenine production, leading to neuroinflammatory changes. Kynurenine metabolites, such as 3-hydroxykynurenine, may induce oxidative stress and neuronal dysfunction, exacerbating depressive symptoms (Farup, Hamarsland, Mølmen, Ellefsen, & Hestad, 2023).

Schizophrenia: Elevated kynurenine levels are linked to the development of psychotic symptoms and cognitive deficits. The inflammatory environment in schizophrenia further enhances kynurenine pathway activity, reducing tryptophan availability for serotonin production (Huang, Ogbechi, Clanchy, Williams, & Stone, 2020).

A reduced Trp/Kyn ratio may serve as a diagnostic and prognostic marker in psychiatric disorders, providing insight into disease mechanisms and guiding treatment approaches.

3. Infectious Diseases

Infectious diseases often involve intense immune activation that alters tryptophan metabolism. IDO plays a pivotal role in the immune response to pathogens by depleting tryptophan and increasing kynurenine production.

HIV/AIDS: Chronic immune activation in HIV/AIDS depletes tryptophan, leading to a persistently low Trp/Kyn ratio. This alteration is associated with disease progression, immune system exhaustion, and poorer prognosis (Gatechompol et al., 2024).

Tuberculosis: Heightened IDO activity during tuberculosis infection reduces the Trp/Kyn ratio, correlating with disease severity and immune activation (Fuchs et al., 1991) (Fadhilah, Indrati, Dewi, & Santoso, 2023).

COVID-19: In COVID-19, alterations in tryptophan metabolism contribute to immune dysregulation and disease severity. Elevated kynurenine levels are associated with systemic inflammation and poor outcomes (Almulla et al., 2022). The Trp/Kyn ratio serves as a promising biomarker for tracking immune activation and guiding disease management in infectious diseases.

4. Metabolic Diseases

Chronic low-grade inflammation frequently coexists with metabolic illnesses such obesity, type 2 diabetes, and metabolic syndrome. This inflammation increases IDO activity and interferes with the metabolism of tryptophan. Obesity: The accumulation of visceral fat promotes the release of pro-inflammatory cytokines like TNF-α and IL-6, which stimulate IDO activity. This metabolic shift results in increased kynurenine levels, exacerbating oxidative stress and impairing mitochondrial function (Farup et al., 2023).

Type 2 Diabetes: A low Trp/Kyn ratio correlates with insulin resistance and systemic inflammation, two critical factors in the pathogenesis of type 2 diabetes (Ruegsegger & Booth, 2017).

Metabolic Syndrome: Alterations in the Trp/Kyn ratio are linked to endothelial dysfunction and increased cardiovascular risk. Individuals with metabolic syndrome often exhibit a pronounced reduction in the Trp/Kyn ratio.

Regular monitoring of this ratio may help identify individuals at risk of metabolic diseases and guide personalized treatment strategies.

5. Autoimmune Diseases

Chronic inflammation and immune system dysregulation are hallmarks of autoimmune disorders, and they lead to increased tryptophan breakdown and higher IDO activity.

Rheumatoid Arthritis (RA): In RA, a low Trp/Kyn ratio correlates with disease activity and joint inflammation. This metabolic alteration reflects ongoing immune activation (Mangoni & Zinellu, 2023).

Systemic Lupus Erythematosus (SLE): SLE shows similar metabolic changes, where increased kynurenine levels are linked to immune tolerance dysregulation (Widnert et al., 1999).

Inflammatory Bowel Disease (IBD): Conditions like Crohn's disease and ulcerative colitis exhibit a disturbed Trp/Kyn balance due to gut inflammation and immune activation (Sheibani et al., 2023).

Evaluating the Trp/Kyn ratio provides insights into disease activity and therapeutic decision-making in autoimmune diseases.

6. Cancer

Tryptophan metabolism is manipulated by cancer cells in order to inhibit immune responses and encourage the growth of tumors.

Solid Tumors: Many cancers, including lung, breast, and colorectal cancers, upregulate IDO to deplete tryptophan and increase kynurenine levels. This immune evasion strategy suppresses T-cell activity, aiding tumor progression (Liang et al., 2018).

Hematological Malignancies: Alterations in the Trp/Kyn pathway have been linked to disease severity and treatment resistance (Hubková et al., 2022).

The Trp/Kyn ratio is being explored as a biomarker for cancer prognosis and a target for immunotherapy.

7. Cardiovascular and Metabolic Disorders

Chronic inflammation and metabolic imbalances influence the kynurenine pathway, impacting cardiovascular health.

Atherosclerosis: Elevated kynurenine levels contribute to vascular inflammation and plaque formation.

Hypertension: Altered Trp/Kyn ratios indicate systemic inflammation and endothelial dysfunction.

Metabolic Syndrome: Kynurenine pathway dysregulation exacerbates metabolic disturbances (Oxenkrug, 2010).

Monitoring the Trp/Kyn ratio provides insights into cardiovascular and metabolic health.

8.Liver and Renal Diseases

The liver and kidneys play essential roles in regulating amino acid metabolism. Disruptions in these organs impact the Trp/Kyn ratio.

Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD): Impaired liver function alters Trp/Kyn dynamics, contributing to inflammation and immune suppression.

Liver Cirrhosis: Advanced liver disease shows metabolic shifts that reduce the Trp/Kyn ratio.

Chronic Kidney Disease (CKD): Reduced clearance and systemic inflammation increase kynurenine levels, affecting metabolic balance (Gao et al., 2023).

Variations in the Trp/Kyn ratio are indicators of the prognosis and severity of the disease.

9. Pulmonary Disorders

Respiratory conditions involve inflammatory processes that affect the Trp/Kyn balance.

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): A low Trp/Kyn ratio correlates with inflammation and disease severity .

Asthma: Altered kynurenine pathways contribute to airway inflammation and immune dysregulation (Taheri, Baradaran, Aliakbarian, & Mortazavi, 2017).

The Trp/Kyn ratio can help assess the inflammatory burden and disease progression.

10. Age-Related Conditions

Tryptophan metabolism is impacted by oxidative stress and inflammation, which are linked to aging.

Frailty Syndrome: Altered Trp/Kyn ratios reflect immune senescence and chronic inflammation.

Neurodegenerative Conditions**:** Conditions such as Alzheimer's disease demonstrate kynurenine pathway dysregulation (Schwarcz et al., 2012).

The Trp/Kyn ratio may be a biomarker for healthy aging and age-related disease management.

11. Gynecological and Obstetric Conditions

Inflammatory factors in gynecological and pregnancy-related conditions influence the Trp/Kyn ratio.

Endometriosis: Chronic inflammation contributes to tryptophan metabolism dysregulation.

Preeclampsia: Altered tryptophan metabolism plays a role in disease pathophysiology (Murgia et al., n.d.).

This ratio can guide disease understanding and therapy.

12. Gastrointestinal Disorders

The gut plays a central role in immune regulation and tryptophan metabolism.

Irritable Bowel Syndrome (IBS): Inflammation and dysbiosis impact the Trp/Kyn pathway, exacerbating symptoms.

Celiac Disease: Alterations in this ratio are linked to immune responses and metabolic changes (Sheibani et al., 2023).

The Trp/Kyn ratio may serve as a biomarker for gut health and disease progression.

CONCLUSION

The tryptophan/kynurenine ratio emerges as a multifaceted biomarker with significant diagnostic and prognostic potential across various diseases. Its alterations reflect underlying immune activation and inflammatory processes, providing insights into disease mechanisms and progression. Incorporating the Trp/Kyn ratio into clinical practice may enhance disease monitoring, guide therapeutic interventions, and improve patient outcomes. Future research should focus on standardizing measurement techniques and establishing reference ranges to facilitate its widespread application in clinical settings.

REFERENCES

Almulla, A. F., Supasitthumrong, T., Tunvirachaisakul, C., Algon, A. A. A., Al-Hakeim, H. K., & Maes, M. (2022). The tryptophan catabolite or kynurenine pathway in COVID-19 and critical COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases, 22*(1). doi:10.1186/s12879-022-07582-1

Fadhilah, F., Indrati, A., Dewi, S., & Santoso, P. (2023). The Kynurenine/Tryptophan Ratio as a Promising Metabolomic Biomarker for Diagnosing the Spectrum of Tuberculosis Infection and Disease. *International Journal of General Medicine*, *Volume 16*, 5587–5595. doi:10.2147/ijgm.s438364

Farup, P. G., Hamarsland, H., Mølmen, K. S., Ellefsen, S., & Hestad, K. (2023). The Kynurenine Pathway in Healthy Subjects and Subjects with Obesity, Depression and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Pharmaceuticals*, *16*(3). doi:10.3390/ph16030351

Fuchs, D., M611er, A. A., Reibnegger, G., Werner, E. R., Werner_Felmayer, G., Dierich, M. P., … Wachter, H. (1991). *Increased endogenous interferon-gamma and neopterin correlate with increased degradation of tryptophan in human immunodeficiency virus type 1 infection*. *Immunology Letters* (Vol. 28).

Gao, J., Yang, T., Song, B., Ma, X., Ma, Y., Lin, X., & Wang, H. (2023, October 1). Abnormal tryptophan catabolism in diabetes mellitus and its complications: Opportunities and challenges. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. Elsevier Masson s.r.l. doi:10.1016/j.biopha.2023.115395

Gatechompol, S., Lutter, R., Vaz, F. M., Ubolyam, S., Avihingsanon, A., Kerr, S. J., … Cobelens, F. (2024). The plasma kynurenine-to-tryptophan ratio as a biomarker of tuberculosis disease in people living with HIV on antiretroviral therapy: an exploratory nested case–control study. *BMC Infectious Diseases*, *24*(1). doi:10.1186/s12879-024-09258-4

Huang, Y. S., Ogbechi, J., Clanchy, F. I., Williams, R. O., & Stone, T. W. (2020, March 5). IDO and Kynurenine Metabolites in Peripheral and CNS Disorders. *Frontiers in Immunology*. Frontiers Media S.A. doi:10.3389/fimmu.2020.00388

Hubková, B., Valko-Rokytovská, M., Čižmárová, B., Zábavníková, M., Mareková, M., & Birková, A. (2022). Tryptophan: Its Metabolism along the Kynurenine, Serotonin, and Indole Pathway in Malignant Melanoma. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(16). doi:10.3390/ijms23169160

Liang, X., Vacher, S., Boulai, A., Bernard, V., Baulande, S., Bohec, M., … Callens, C. (2018). Targeted next-generation sequencing identifies clinically relevant somatic mutations in a large cohort of inflammatory breast cancer. *Breast Cancer Research*, *20*(1). doi:10.1186/s13058-018-1007-x

Mangoni, A. A., & Zinellu, A. (2023). A systematic review and meta-analysis of the kynurenine pathway of tryptophan metabolism in rheumatic diseases. *Frontiers in Immunology*. Frontiers Media SA. doi:10.3389/fimmu.2023.1257159

Murgia, F., Angioni, S., Nicola D'alterio, M., Pirarba, S., Noto, A., Santoru, M. L., … Congiu, F. (n.d.). Metabolic Profile of Patients with Severe Endometriosis: a Prospective Experimental Study. doi:10.1007/s43032-020-00370-9/Published

Oxenkrug, G. F. (2010). *Metabolic syndrome, age-associated neuroendocrine disorders, and dysregulation of tryptophan - Kynurenine metabolism*. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 1199, pp. 1–14). Blackwell Publishing Inc. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.05356.x

Ruegsegger, G. N., & Booth, F. W. (2017, May 23). Running from disease: Molecular mechanisms associating dopamine and leptin signaling in the brain with physical inactivity, obesity, and type 2 diabetes. *Frontiers in Endocrinology*. Frontiers Media S.A. doi:10.3389/fendo.2017.00109

Savitz, J. (2020, January 1). The kynurenine pathway: a finger in every pie. *Molecular Psychiatry*. Springer Nature. doi:10.1038/s41380-019-0414-4

Schwarcz, R., Bruno, J. P., Muchowski, P. J., & Wu, H. Q. (2012, July). Kynurenines in the mammalian brain: When physiology meets pathology. *Nature Reviews Neuroscience*. doi:10.1038/nrn3257

Sheibani, M., Shayan, M., Khalilzadeh, M., Soltani, Z. E., Jafari-Sabet, M., Ghasemi, M., & Dehpour, A. R. (2023, December 1). Kynurenine pathway and its role in neurologic, psychiatric, and inflammatory bowel diseases. *Molecular Biology Reports*. Springer Science and Business Media B.V. doi:10.1007/s11033-023-08859-7

Taheri, S., Baradaran, A., Aliakbarian, M., & Mortazavi, M. (2017). Level of inflammatory factors in chronic hemodialysis patients with and without cardiovascular disease. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, *22*.

Widnert, B., Sepp2, N., Kowald, E., Ortner, U., Wirleitnert, B., Fritsch, P., … Fuchs, D. (1999). *Enhanced Tryptophan Degradation in Systemic Lupus Erythematosus*. *Immunobiology* (Vol. 201). Retrieved from http://www.urbanfischer.de/journals/immunobiol

ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN BACA TASARIMININ OPTİMİZASYONU

***Ahmet Karahan*[1]**

[1] *Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Yeşilyurt Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü,44100,Malatya, Türkiye*

***Figen Balo*[2]**

[2] *Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Met.ve Malz Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye*

ÖZET

Enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik, endüstriyel tesislerde en önemli hedeflerden biri haline gelmiştir. Bu hedeflere ulaşmak için, ısıtma sistemlerinin tasarımında önemli bir rol oynayan bacaların optimize edilmesi gerekmektedir. Bacalar, yalnızca iç mekanlarda hava kalitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda enerji kayıplarını minimize ederek çevresel etkileri de azaltabilirler. Özellikle endüstriyel alanlarda, doğru baca tasarımı hem enerji verimliliğini artırabilir hem de karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlar. Bu nedenle, baca sistemlerinin tasarımında kullanılan malzeme seçimi ve yapısal özellikler, çevresel performans açısından büyük bir öneme sahiptir.

Bu araştırmada, Çanakkale ilinin iklim koşullarına uygun olarak 2000 m²'lik bir alanda bulunan seramik fabrikası için baca tasarımı yapılmıştır. Fabrikada kullanılacak 250.000 kcal/h kapasiteye sahip doğal gazlı ısıtma cihazına bağlı baca sistemi, çevresel etkileri minimize etmek amacıyla tasarlanmıştır. Tasarımda, taş yünü yalıtım malzemesinin dört farklı kalınlığında (30 mm, 35 mm, 40 mm, 45 mm) ve dört farklı baca malzemesi (çelik döküm, çelik katmanlı, oluklu çelik ve paslanmaz çelik) kullanılmıştır. Baca tasarımı, çift cidarlı ve oval kesitli olarak şekillendirilmiştir. Çalışmada, her bir tasarım alternatifinin enerji verimliliği, hava akışı ve çevresel etkiler açısından performansı simülasyonlarla analiz edilmiştir. Taş yünü yalıtım malzemesinin kalınlığının baca verimliliği üzerindeki etkisi, özellikle ısıl kaybın azaltılması açısından önemli bulunmuştur. Ayrıca, baca malzemesinin seçimi de hem dayanıklılığı hem de ısı iletim özellikleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Bu çalışma, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, seramik fabrikaları gibi endüstriyel alanlarda baca tasarımının optimizasyonunun önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler*:* Çevre kirliliği, KesaAladin simülasyon programı, Binalarda enerji verimliliği, Baca tasarımı, Çanakkale ili

1 Giriş

Endüstriyel tesislerde enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik, artan enerji maliyetleri ve çevresel kaygılarla daha da önemli hale gelmiştir. Bacalar, özellikle enerji üretiminde ve ısıtma sistemlerinde kullanılan önemli bileşenlerdir ve bu sistemlerin verimliliğini etkileyerek çevresel etkilerin azalmasına katkı sağlar [1-3]. Bacaların tasarımı, enerji kayıplarının minimize edilmesi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Endüstriyel tesislerde, baca sistemlerinin optimizasyonu sadece enerji verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirlik sağlamak için de kritik bir rol oynar [4]. Yapılan çalışmalarda, baca sistemlerinin malzeme seçimi ve yapısal özelliklerinin çevresel etkileri önemli ölçüde değiştirebildiği ve enerji tasarrufu sağladığı gösterilmiştir. Bu bağlamda, endüstriyel alanlarda farklı baca tasarım alternatiflerinin performansını değerlendirerek, enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak mümkündür. Baca tasarımının enerji verimliliği ve çevresel etkiler üzerine bazı çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir.

Bu tablo, endüstriyel tesislerde baca sistemlerinin tasarımı ve kullanılan malzemelerin enerji verimliliği ile çevresel etkiler üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Çalışmalar, farklı baca malzemeleri ve

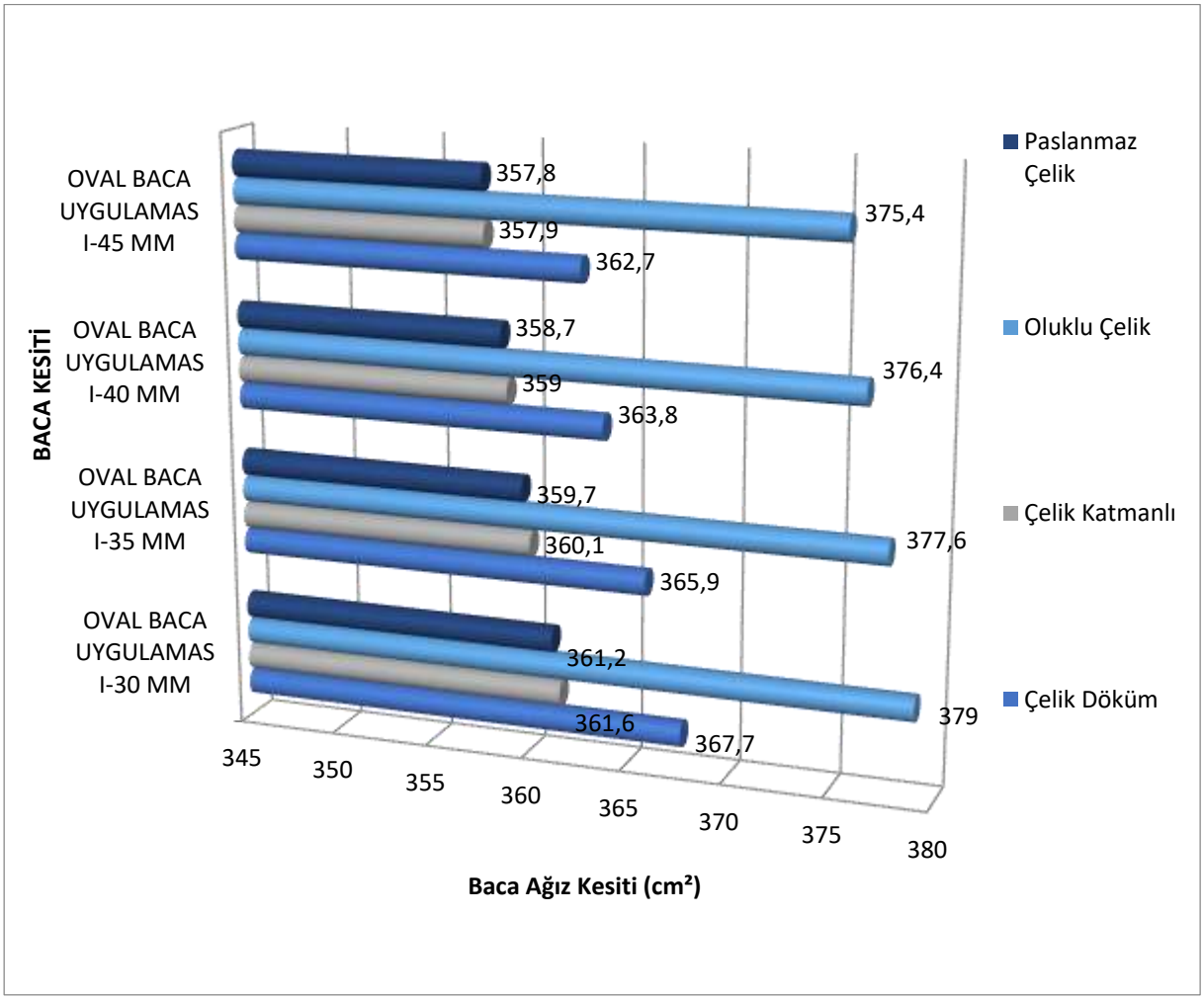
tasarım seçeneklerinin çevresel sürdürülebilirlik açısından nasıl iyileştirmeler sağladığını göstermektedir.

Tablo 1. Baca tasarımının enerji verimliliği ve çevresel etkiler üzerine bazı çalışmalar

Ref.	Baca Malzemesi	Baca Tasarımı	Sonuçlar
[5]	Çelik döküm, paslanmaz çelik	Dairesel, çift cidarlı	Paslanmaz çelik malzeme, ısıl kayıpları %12 oranında azalttı, enerji verimliliğini artırdı.
[6]	Hafif beton, kırma tuğla	Kare, tek cidarlı	Hafif beton malzeme ile yapılan tasarımlar, karbon emisyonlarını %8 azalttı.
[7]	Oluklu çelik, çelik katmanlı	Oval kesitli, çift cidarlı	Oluklu çelik, baca verimliliğini %15 artırdı ve emisyonları %10 azalttı.
[8]	Paslanmaz çelik, şamot form parçaları	Dairesel, tek cidarlı	Şamot form parçaları, ısıtma sisteminin verimliliğini %10 artırdı, enerji tüketimi azaldı.

Bu çalışma, Çanakkale ilindeki bir seramik fabrikasında yapılan baca tasarımını ele alarak, farklı malzeme ve yalıtım kalınlıklarının baca verimliliği ve çevresel etkiler üzerindeki etkilerini KesaAladin yazılımı [9] ile yapılan analizlere dayalı olarak incelemektedir.

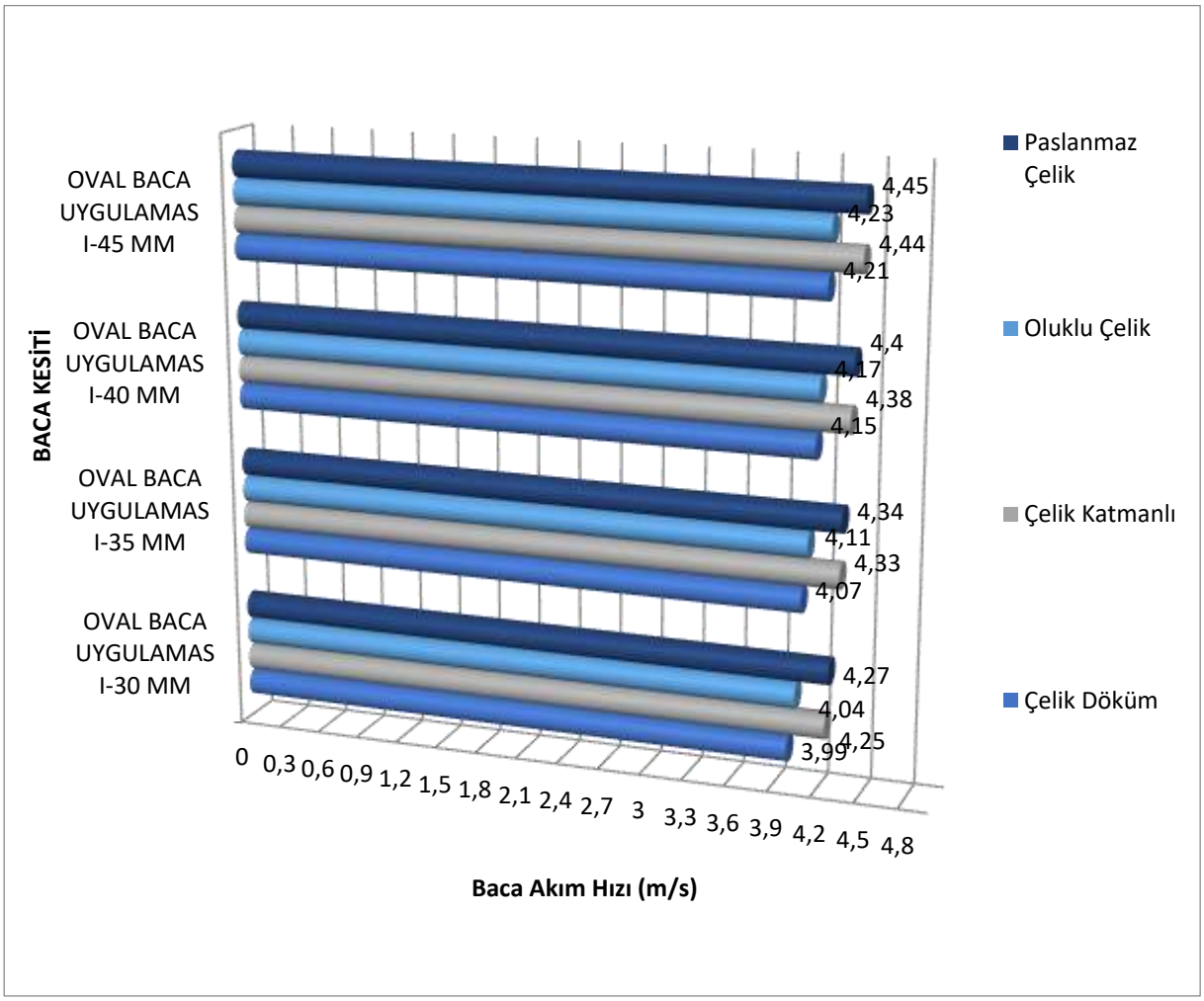
2. Analiz sonuçları ve değerlendirmeler



Şekil 1. Ağız Kesiti (mm)

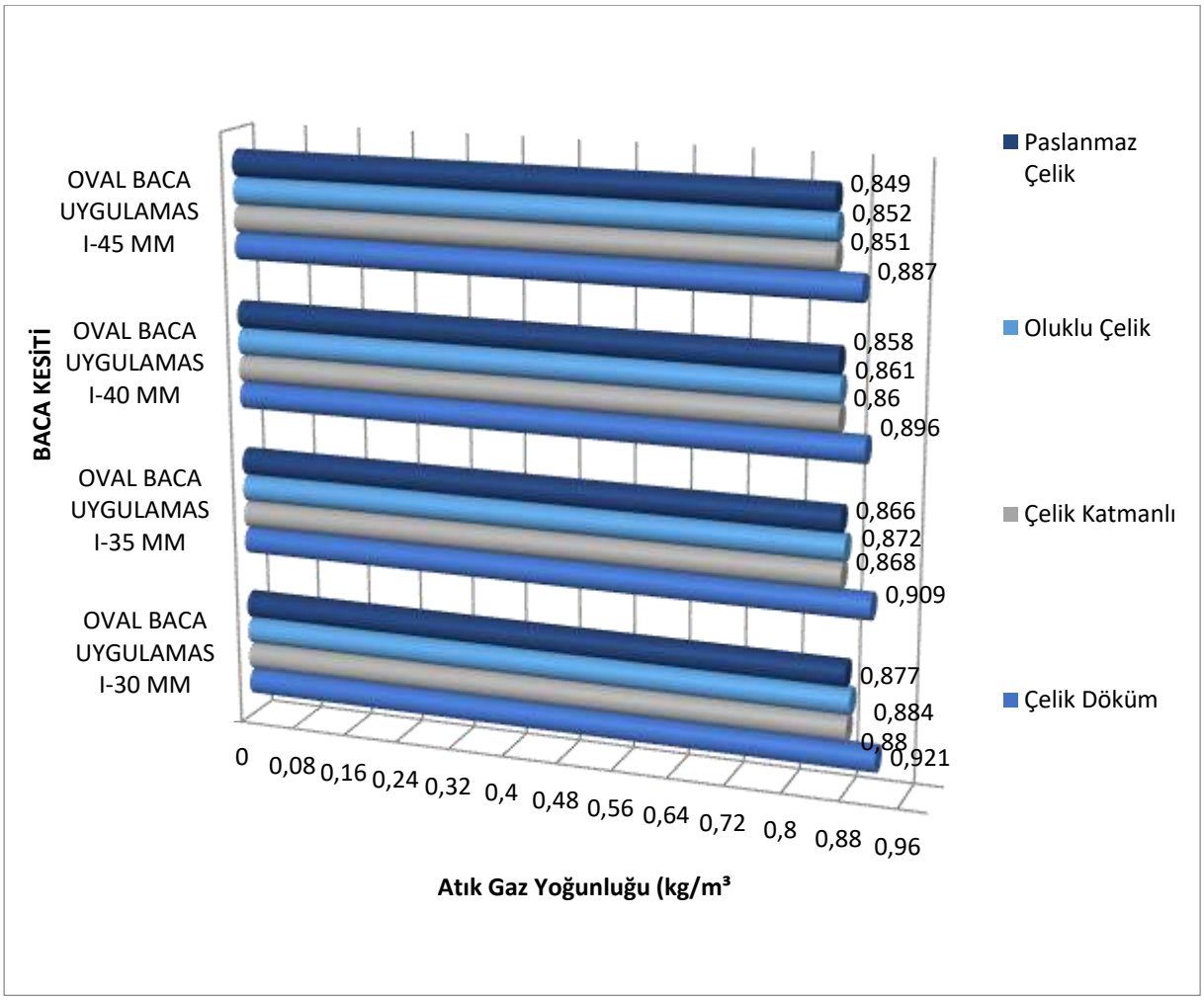
Oluklu çelik, tüm kalınlıklarda en geniş ağız kesitine sahiptir (30 mm: 379 mm, 35 mm: 377,6 mm, 40 mm: 376,4 mm, 45 mm: 375,4 mm). Bu, akış kapasitesi açısından önemli bir avantaj sağlar. Paslanmaz

çelik ise en dar ağız kesitine sahiptir (30 mm: 361,2 mm, 35 mm: 359,7 mm, 40 mm: 358,7 mm, 45 mm: 357,8 mm), bu da özellikle yüksek debili sistemlerde akış direncini artırabilir.



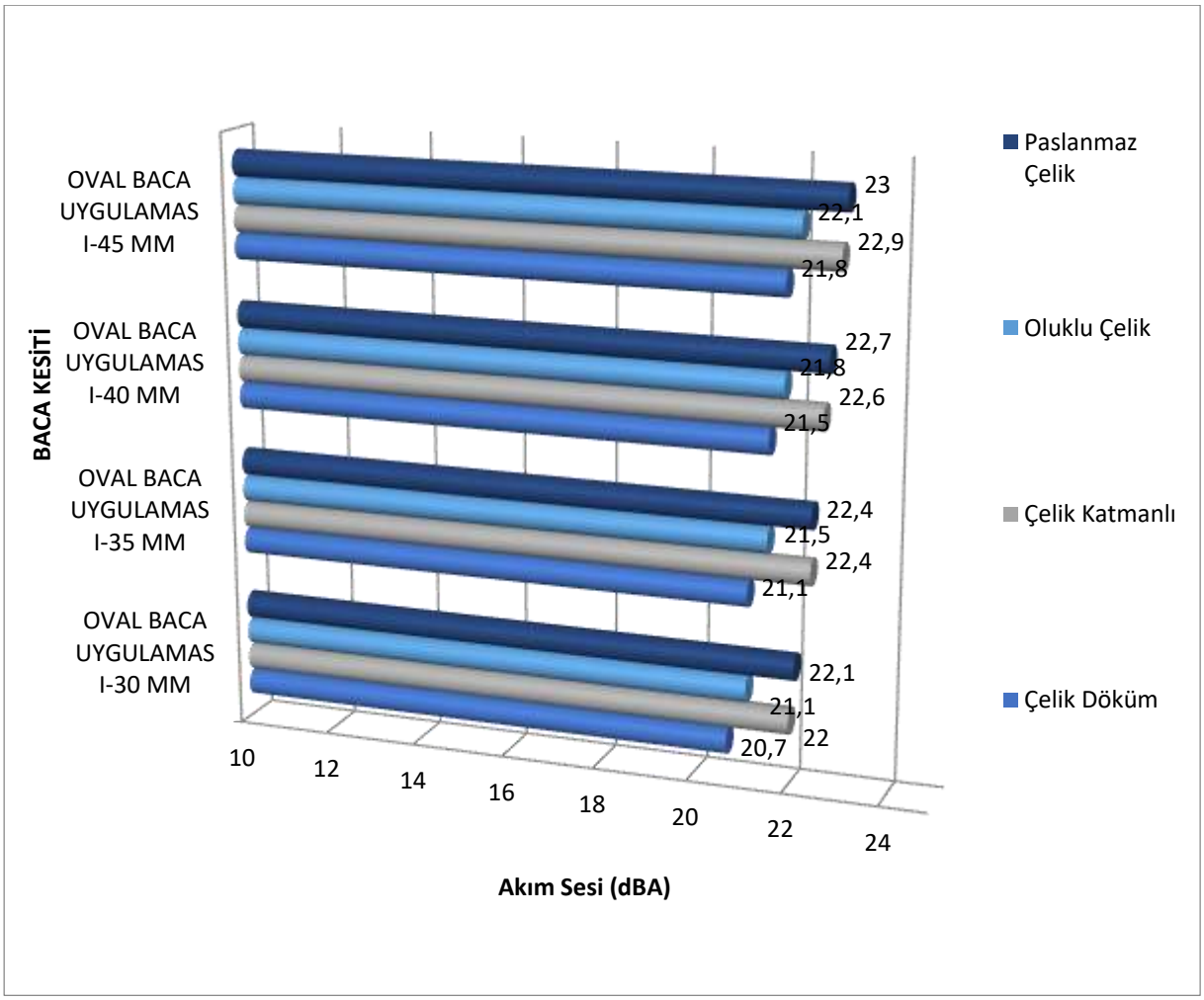
Şekil 2. Akım Hızı (m/s)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek akım hızını sağlamaktadır (30 mm: 4,27 m/s, 35 mm: 4,34 m/s, 40 mm: 4,4 m/s, 45 mm: 4,45 m/s). Bu, yüksek hızlı akış gerektiren uygulamalarda tercih edilebileceğini gösterir. Çelik döküm ise daha düşük akım hızına sahiptir (30 mm: 3,99 m/s, 35 mm: 4,07 m/s, 40 mm: 4,15 m/s, 45 mm: 4,21 m/s), bu da düşük debili sistemler için uygun olabilir.



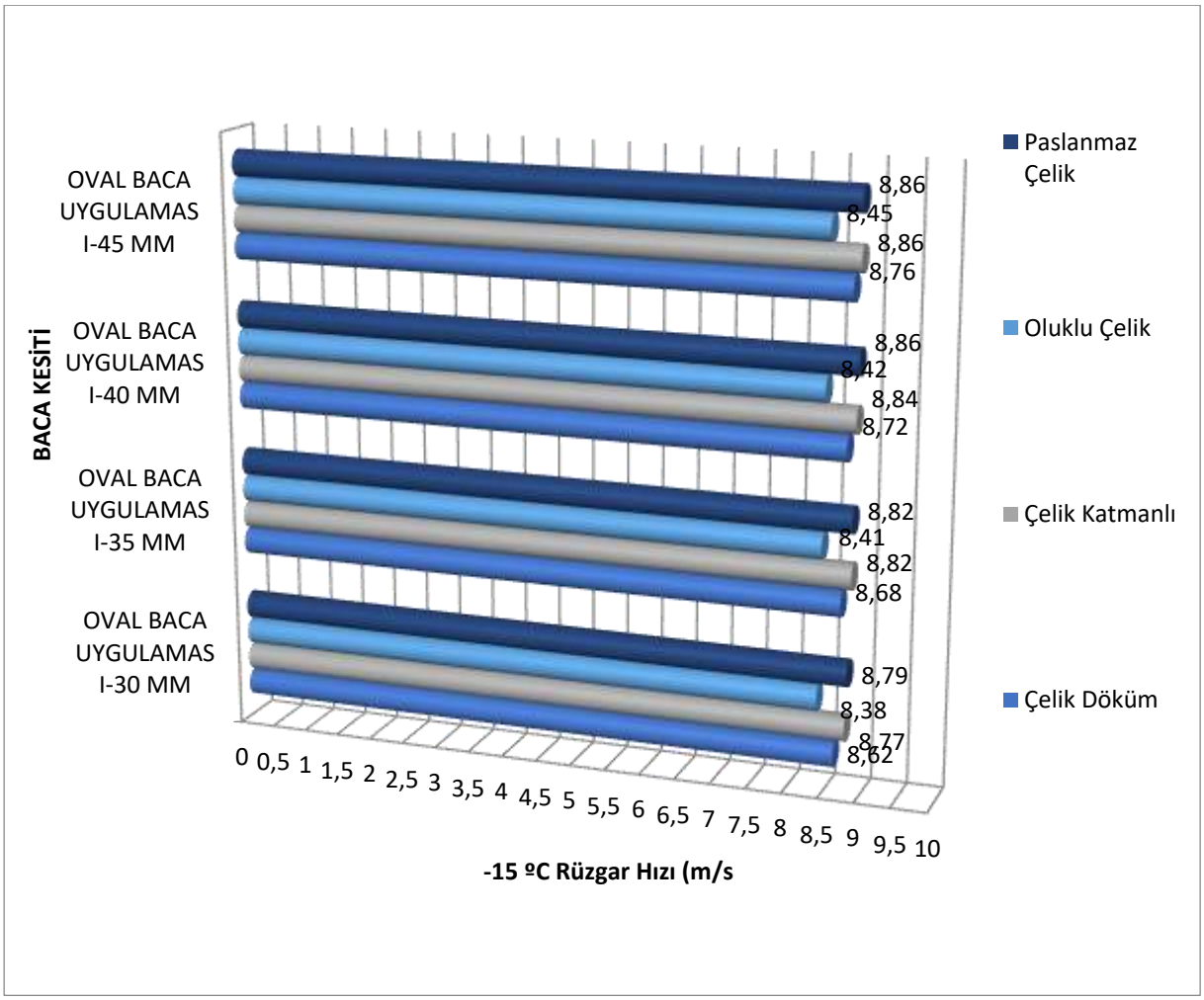
Şekil 3. Atık Gaz Yoğunluğu (kg/m³)

Çelik döküm, tüm kalınlıklarda en yüksek atık gaz yoğunluğuna sahiptir (30 mm: 0,921 kg/m³, 35 mm: 0,909 kg/m³, 40 mm: 0,896 kg/m³, 45 mm: 0,887 kg/m³). Bu, yoğun gazların taşınması için uygun olabileceğini gösterir. Paslanmaz çelik ise en düşük yoğunluk değerlerine sahiptir (30 mm: 0,877 kg/m³, 35 mm: 0,866 kg/m³, 40 mm: 0,858 kg/m³, 45 mm: 0,849 kg/m³), bu da hafif gazların taşınması için tercih edilebilir.



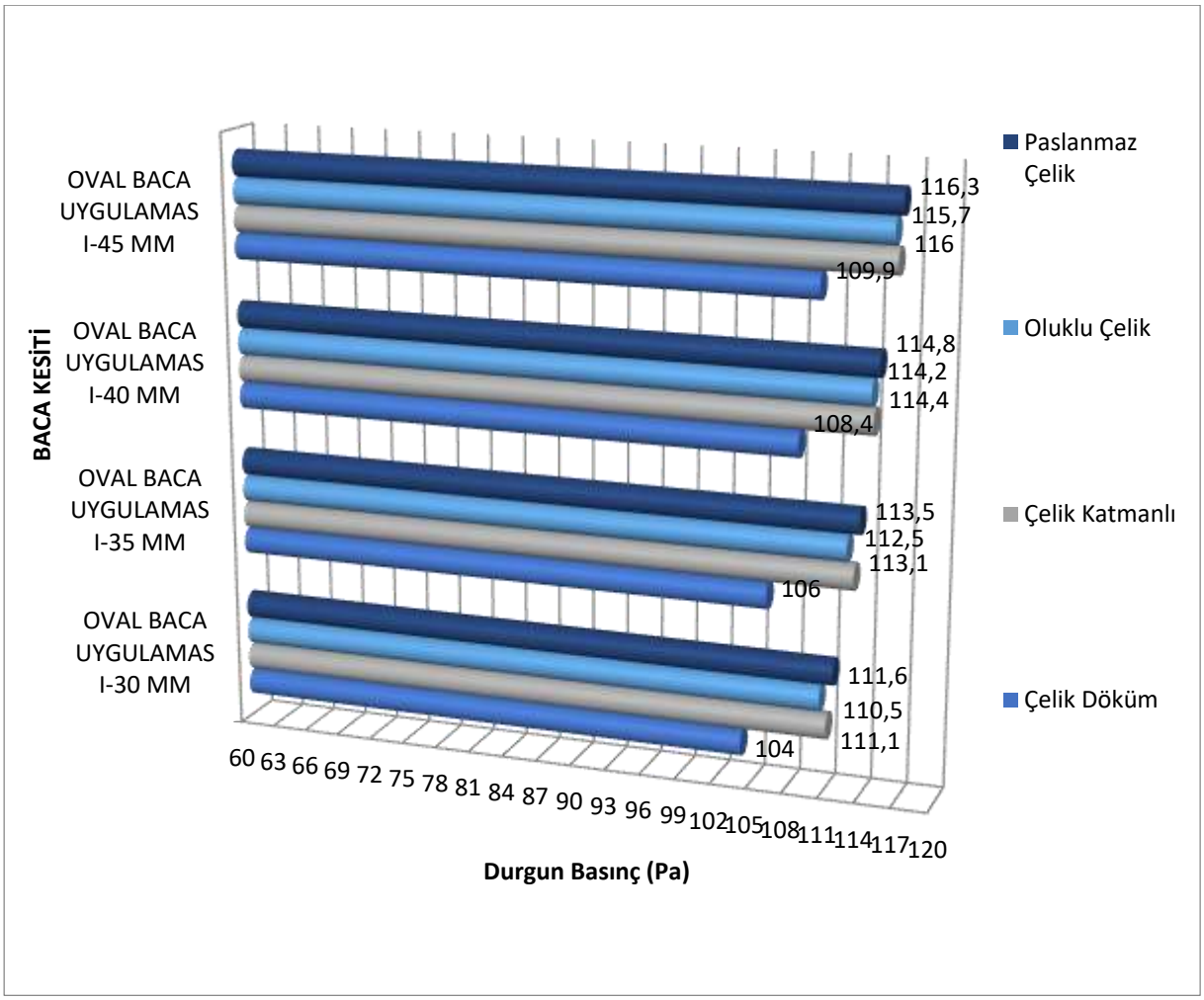
Şekil 4. Akım Sesi (dBA)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek akım sesine sahiptir (30 mm: 22,1 dBA, 35 mm: 22,4 dBA, 40 mm: 22,7 dBA, 45 mm: 23 dBA). Bu, gürültü kontrolünün önemli olduğu uygulamalarda dikkatle kullanılması gerektiğini gösterir. Çelik döküm ise daha düşük ses seviyelerine sahiptir (30 mm: 20,7 dBA, 35 mm: 21,1 dBA, 40 mm: 21,5 dBA, 45 mm: 21,8 dBA), bu da sessiz çalışma gerektiren sistemlerde tercih edilebilir.



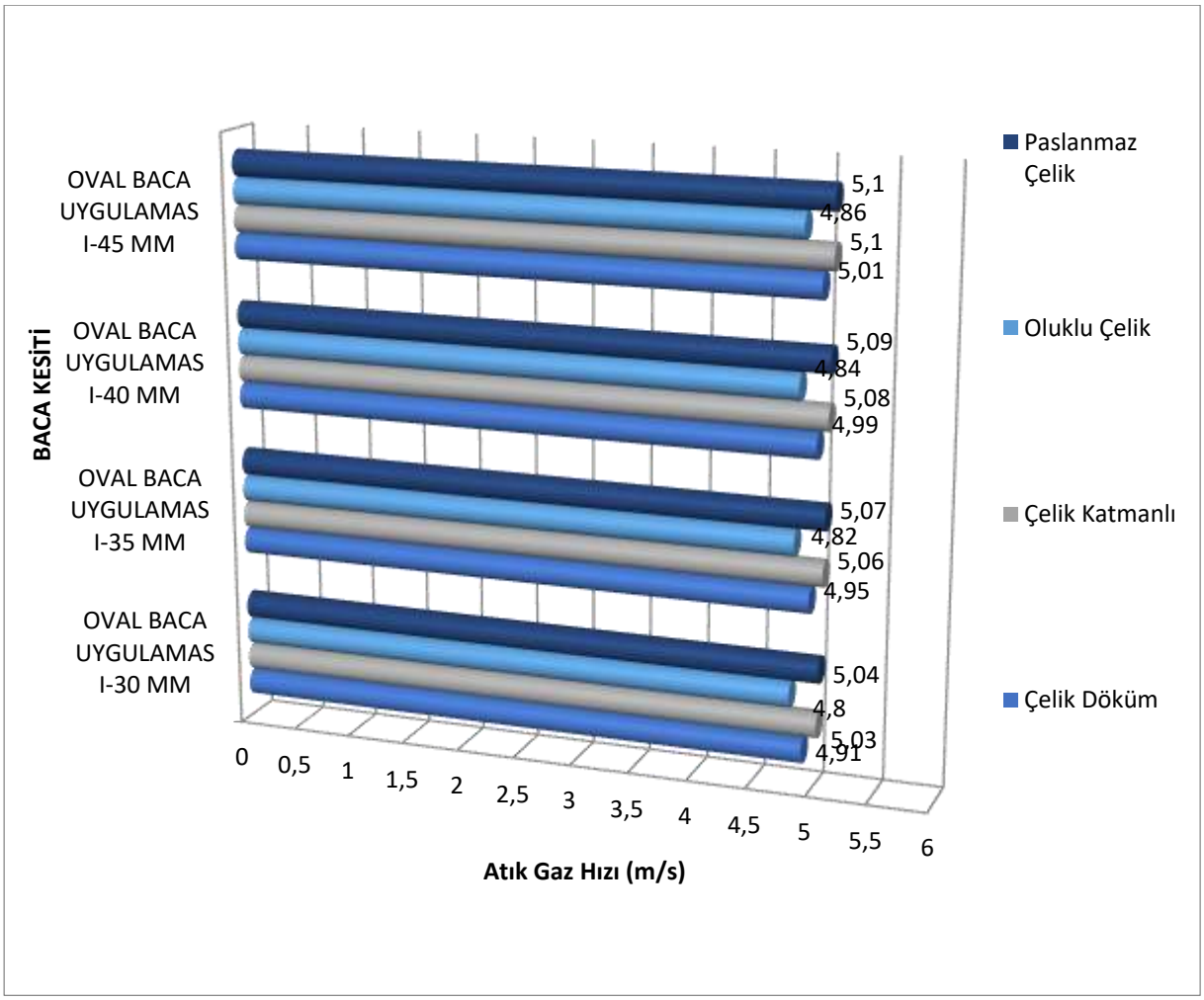
Şekil 5. -15 ºC Rüzgar Hızı (m/s)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek rüzgar hızına sahiptir (-15 ºC: 8,79 m/s, +15 ºC: 9,81 m/s). Bu, yüksek rüzgar hızlarının olduğu bölgelerde kullanıldığında, rüzgar yüklerine karşı daha dayanıklı olduğunu gösterir. Oluklu çelik ise daha düşük rüzgar hızlarına sahiptir (-15 ºC: 8,38 m/s, +15 ºC: 9,35 m/s), bu da daha az rüzgar yüküne maruz kalmasını sağlar.



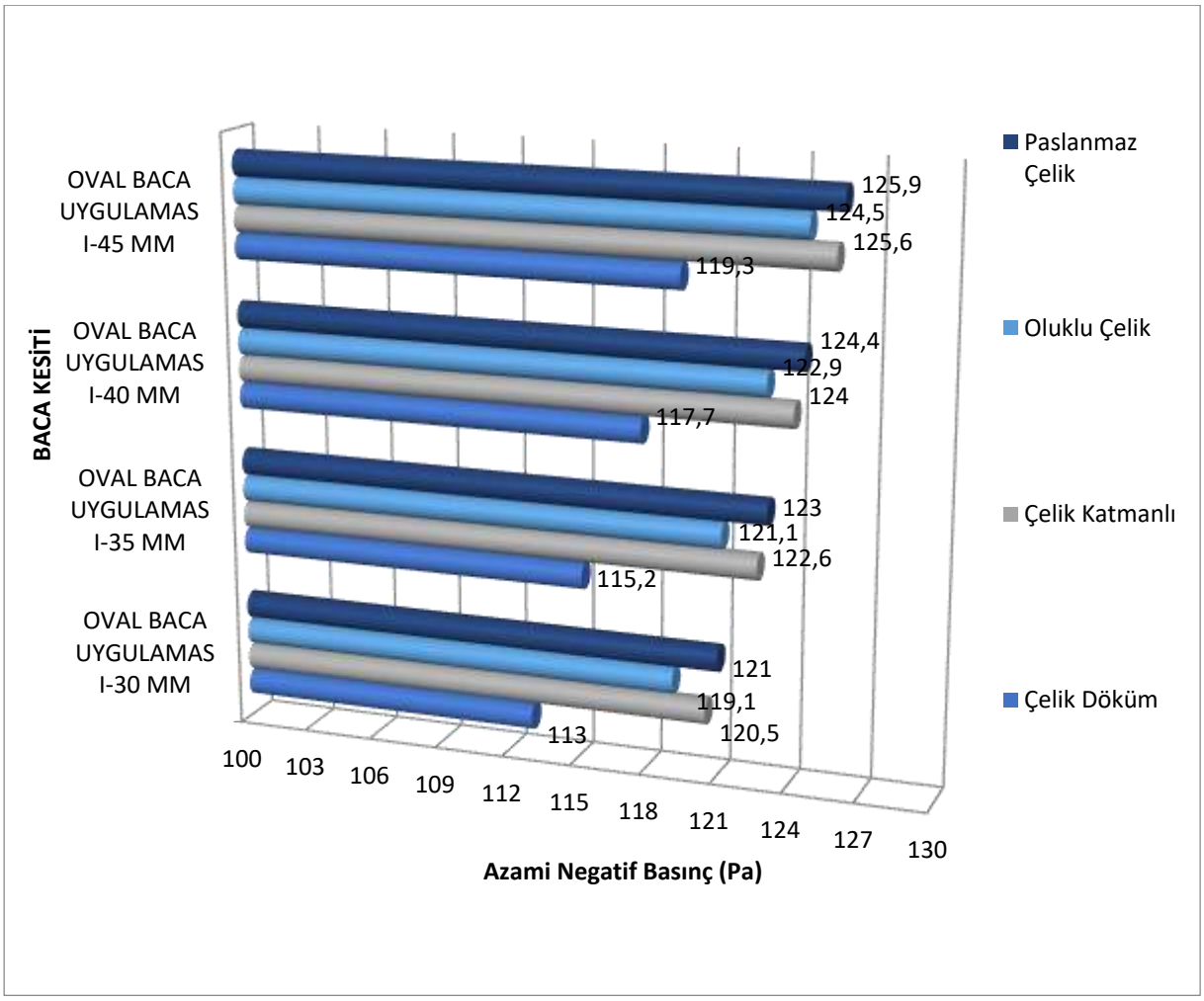
Şekil 6. Durgun Basınç (Pascal)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek durgun basınca sahiptir (30 mm: 111,6 Pa, 35 mm: 113,5 Pa, 40 mm: 114,8 Pa, 45 mm: 116,3 Pa). Bu, yüksek basınçlı sistemlerde kullanım için uygun olabileceğini gösterir. Çelik döküm ise daha düşük basınç değerlerine sahiptir (30 mm: 104 Pa, 35 mm: 106 Pa, 40 mm: 108,4 Pa, 45 mm: 109,9 Pa), bu da düşük basınçlı sistemlerde tercih edilebilir.



Şekil 7. Atık Gaz Hızı (m/s)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek atık gaz hızına sahiptir (30 mm: 5,04 m/s, 35 mm: 5,07 m/s, 40 mm: 5,09 m/s, 45 mm: 5,1 m/s). Bu, yüksek hızlı atık gazların taşınması gereken sistemlerde kullanılabilir. Oluklu çelik ise daha düşük hızlara sahiptir (30 mm: 4,8 m/s, 35 mm: 4,82 m/s, 40 mm: 4,84 m/s, 45 mm: 4,86 m/s), bu da düşük debili sistemler için uygun olabilir.



Şekil 8. Azami Negatif Basınç (Pascal)

Paslanmaz çelik, tüm kalınlıklarda en yüksek azami negatif basınca sahiptir (30 mm: 121 Pa, 35 mm: 123 Pa, 40 mm: 124,4 Pa, 45 mm: 125,9 Pa). Bu, yüksek basınç farklarının olduğu sistemlerde kullanım için uygun olabileceğini gösterir. Çelik döküm ise daha düşük basınç değerlerine sahiptir (30 mm: 113 Pa, 35 mm: 115,2 Pa, 40 mm: 117,7 Pa, 45 mm: 119,3 Pa), bu da düşük basınç farklı sistemlerde tercih edilebilir.

Paslanmaz Çelik: Yüksek akım hızı, rüzgar hızı, basınç ve sıcaklık değerleri ile öne çıkar. Ancak, akım sesi ve atık gaz yoğunluğu açısından dezavantajlıdır.

Çelik Döküm: Düşük akım hızı, rüzgar hızı ve basınç değerleri ile düşük debili sistemler için uygun olabilir. Ayrıca, düşük sıcaklık değerleri ile düşük sıcaklık gerektiren uygulamalarda tercih edilebilir.

Oluklu Çelik: Geniş ağız kesiti ve düşük rüzgar hızı ile öne çıkar. Ancak, diğer parametrelerde orta düzeyde performans gösterir.

Çelik Katmanlı: Yüksek sıcaklık değerleri ile yüksek sıcaklık gerektiren uygulamalarda kullanılabilir. Ancak, diğer parametrelerde orta düzeyde performans gösterir.

3. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma, endüstriyel tesislerde enerji verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için baca tasarımının kritik rolünü vurgulamaktadır. Çanakkale ilinde bir seramik fabrikası için yapılan tasarım, farklı baca malzemeleri ve taş yünü yalıtım kalınlıklarının enerji verimliliği ve çevresel etkiler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, taş yünü yalıtım malzemesinin kalınlığının ısıl kayıpları önemli ölçüde azalttığını ve baca verimliliğini artırdığını göstermektedir. Ayrıca, seçilen baca malzemelerinin dayanıklılığı ve ısı iletim özellikleri, tasarımın performansını

doğrudan etkilemektedir. Çift cidarlı ve oval kesitli tasarım formunda paslanmaz çelik malzeme ile birlikte 45 mm kalınlığında taş yünü malzeme kullanıldığında, hava akış hızını optimize ederek daha verimli bir ısıtma sistemi sağladığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma, baca sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından nasıl optimize edilebileceğine dair bulgular sunarak, endüstriyel tesislerde enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra çevresel etkileri azaltmanın da mümkün olduğunu göstermektedir. Gelecekteki çalışmalar, farklı iklim koşulları ve baca malzemeleri ile yapılan benzer analizler ile daha geniş ölçekli doğrulamalar yapılarak bu bulguların yaygınlaştırılmasına olanak tanıyabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi MF.24.38 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] L Sagbansua, F Balo, Sustainable insulation materials for green strategy in construction, Int. J. Comput. Trends Technol 42, 66-71

[2] F Balo, Ekolojik Yalıtım Malzemesi Üretiminin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi, Politeknik Dergisi 20 (3), 733-742

[3] F Balo, A Karahan, Lutfu S. Sua, A simulation supported chimney design application for greener buildings, Proceedings of Engineering toThrive 2022: Water, Air, Shelter, and Food Symposium, June 23-24, 2022, University of Windsor, Ontario, CANADA

[4] A Karahan, Figen Balo, Environmental chimney design to reduce emissions; Case study on the Blurry district (Emisyonlarının azaltılması için çevresel baca tasarımı; bulanık ilçesi üzerine örnek çalışma), International Journal of BULSODER, e-ISSN: 3023-5987 (Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi) Bulanık Sempozyumu Özel Sayısı 1, 41-51

[5] Yılmaz, M., Duman, T., & Çakır, M. (2022). *Endüstriyel baca tasarımı*. Journal of Energy Efficiency, 15(4), 208-215.

[6] Çetin, H., & Demirtaş, O. (2020). *Baca sistemlerinin çevresel etkileri*. Environmental Sustainability Studies, 19(2), 45-52

[7] Akın, A., Yılmaz, K., & Özdemir, S. (2021). *Endüstriyel baca malzemeleri ve çevresel etkiler*. Environmental Science Review, 14(3), 78-89.

[8] Özkan, S., & Aydın, M. (2023). *Isıtma sistemleri ve baca malzemelerinin çevresel etkileri*. Journal of Industrial Sustainability, 8(1), 112-121.

[9] https://www.a-baca.com/kesa-baca-hesabi/ [erişim: 18.12.2024]

EKOLOJİK BACA TASARIMI İÇİN OPTİMUM BİLEŞENLERİN SİMÜLASYONLA TESPİTİ

***Ahmet Karahan*[1]**

[1] *Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Yeşilyurt Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü,44100,Malatya, Türkiye*

***Figen Balo*[2]**

[2] *Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Met.ve Malz Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye*

ÖZET

Çevre kirliliği, sanayileşmiş toplumlarda önemli bir sorun haline gelmiştir ve bu sorunun başlıca nedenlerinden biri de enerji üretimi ve ısıtma sistemlerinden kaynaklanan emisyonlardır. Bacalar, fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan karbon dioksit (CO_2), azot oksitler (NOx) ve diğer kirletici gazların atmosfere salınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu kirleticilerin doğru bir şekilde yönetilmesi, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele açısından kritik öneme sahiptir. Bacaların tasarımı, hem enerji verimliliğini artırmak hem de çevresel etkileri azaltmak amacıyla optimize edilmelidir. Etkili bir baca sistemi, emisyonları azaltarak çevreye daha az zarar verirken, aynı zamanda enerji tüketimini de minimuma indirir.

Bu araştırma, Uşak ilinin iklim koşullarına uygun bir halı atölyesinin ısıtma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tasarlanmış baca sistemine odaklanmaktadır. Çalışmada, 300.000 kcal/h kapasiteye sahip bir kömürlü ısıtma cihazına bağlı olarak, farklı baca tasarım alternatifleri incelenmiştir. Baca sistemi için iki 30° açıya sahip dirsek ve dört farklı malzeme kullanılmıştır: şamot form parçaları, verniklenmiş seramik, kırma tuğladan yapma beton ve lifli beton. Bu malzemeler, enerji verimliliğini artırmak ve sistemin dayanıklılığını sağlamak amacıyla seçilmiştir. Ayrıca, baca sisteminin geometrik şekli de tasarımda önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Sistemler, dairesel, oval, kare ve dikdörtgen kesitli formda tasarlanmış olup, her bir formun performansı farklı değişkenler altında simülasyonla analiz edilmiştir. Bu tasarım alternatiflerinin, enerji verimliliği, hava akış hızı ve çevresel etkiler açısından nasıl bir etki yarattığı değerlendirilmiştir. Çalışma, halı atölyesi gibi endüstriyel alanlarda enerji tasarrufunu sağlamak ve sistemin verimliliğini artırmak amacıyla baca tasarımının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler*:* Çevre kirliliği, KesaAladin simülasyon programı, Baca tasarımı, Uşak ili, Binalarda enerji verimliliği.

1 Giriş

Sanayileşmiş toplumlarda çevre kirliliği, küresel bir sorun olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle enerji üretimi ve ısıtma sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar, hava kirliliğinin başlıca nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir [1]. Bacalar, fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan zararlı gazların atmosfere salınmasında kritik bir rol oynar ve bu gazların yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik için büyük önem taşır. Etkili bir baca tasarımı, enerji verimliliğini artırarak emisyonları azaltabilir, aynı zamanda hava kalitesini iyileştirerek yaşam alanlarının konforunu da artırabilir [2]. Bu bağlamda, baca sistemlerinin tasarımı yalnızca yapıların enerji verimliliği ile ilgili değil, çevresel etkilerle mücadele etmek açısından da oldukça önemlidir. Bu çalışma, Uşak ilinin iklim koşullarına uygun bir halı atölyesi için tasarlanmış baca sistemini incelemeyi amaçlamakta olup, farklı baca malzemeleri ve geometrik formların enerji verimliliği ve çevresel etkiler üzerindeki etkilerini analiz etmektedir.

Binalarda enerji verimliliğini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak için yapılan çalışmalar, son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır [3]. Bacalar, bu bağlamda önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Enerji

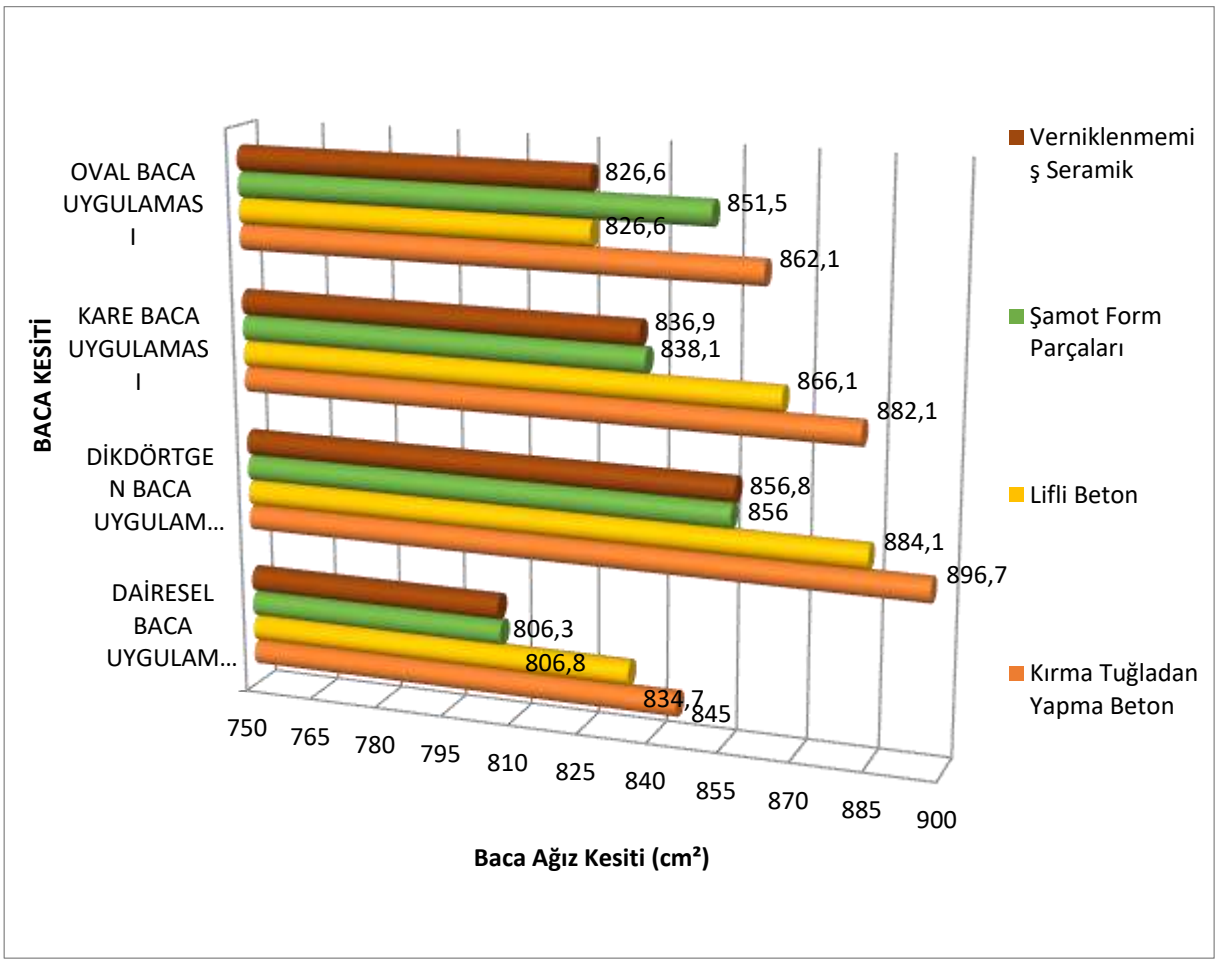
verimli baca sistemlerinin tasarımı, enerji kayıplarını azaltmanın yanı sıra karbon emisyonlarını minimize etmeye de katkı sağlamaktadır. Çeşitli çalışmalar, baca sistemlerinin geometrik şekilleri ve kullanılan malzemelerin enerji verimliliği üzerindeki etkilerini incelemiştir [4]. Çift cidarlı baca sistemlerinin, tek cidarlı sistemlere göre daha düşük enerji kayıplarına yol açtığı ve ısıyı daha verimli bir şekilde tutarak enerji tasarrufu sağladığı gösterilmiştir [5]. Ayrıca, baca malzemeleri de enerji verimliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Şamot form parçaları ve verniklenmiş seramik gibi malzemeler, yüksek ısıl iletkenlikleri sayesinde baca sistemlerinin daha verimli çalışmasına olanak tanırken, lifli beton gibi hafif malzemeler ise baca yapılarının dayanıklılığını artırmaktadır [6]. Baca tasarımında, hava akış hızı ve emisyonların yönetilmesi de büyük önem taşır. Baca sistemlerinin doğru tasarımı, kirletici gazların salınımını en aza indirirken, iç mekanlarda hava kalitesini artırmaktadır. Geometrik şekillerin hava akış hızını etkileyerek, bacaların daha verimli çalışmasına katkı sağladığı bulunmuştur [7]. Ayrıca, baca tasarımının çevresel etkiler açısından değerlendirilmesi, sürdürülebilir inşaat uygulamaları için kritik bir adımdır. Yapılan simülasyonlar, farklı baca tasarım alternatiflerinin çevre dostu performansını ortaya koymakta ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için etkili çözümler sunmaktadır [8]. Bu konuda bahsedilen çalışmaların ana çerçevesi Tablo 1'de sunulmuştur. Bu tablo, farklı çalışmaların baca tasarımı, malzeme seçimi ve geometrik şekillerin enerji verimliliği ile çevresel etkiler üzerindeki etkilerini göstermektedir:

Tablo 1. Bacaların çevresel etkisi üzerine yapılan bazı çalışmalar

Ref.	Baca Tasarımı / Malzeme	Çevresel Etki	Sonuçlar
[5]	Çift cidarlı dairesel baca, beton malzeme	Karbon emisyonları ve enerji kaybı azalma	Çift cidarlı baca sistemleri, tek cidarlı sistemlere göre daha düşük enerji kaybı ve daha verimli emisyon yönetimi sağladı.
[6]	Şamot form parçaları, verniklenmiş seramik ve lifli beton	Isı tutma kapasitesinde artış, daha düşük karbon emisyonları	Şamot ve seramik malzemeler, baca sistemlerinin ısıl verimliliğini artırarak çevresel etkileri azaltma sağladı.
[7]	Kare ve dikdörtgen kesitli baca, 30° ve 45° açıyla yerleştirilmiş dirsekler	Emisyonlar üzerinde olumlu etki, hava akışı hızının artması	Geometrik tasarımın, baca sisteminin emisyon yönetimi ve enerji verimliliği üzerinde önemli bir rolü olduğu tespit edilmiştir.
[8]	Farklı baca tasarım alternatifleri (tek cidarlı, çift cidarlı, oval, kare, dikdörtgen kesit)	Enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik açısından analiz	Farklı tasarımlar, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için simülasyonla test edilmiştir ve verimli çözümler ortaya koymuştur.

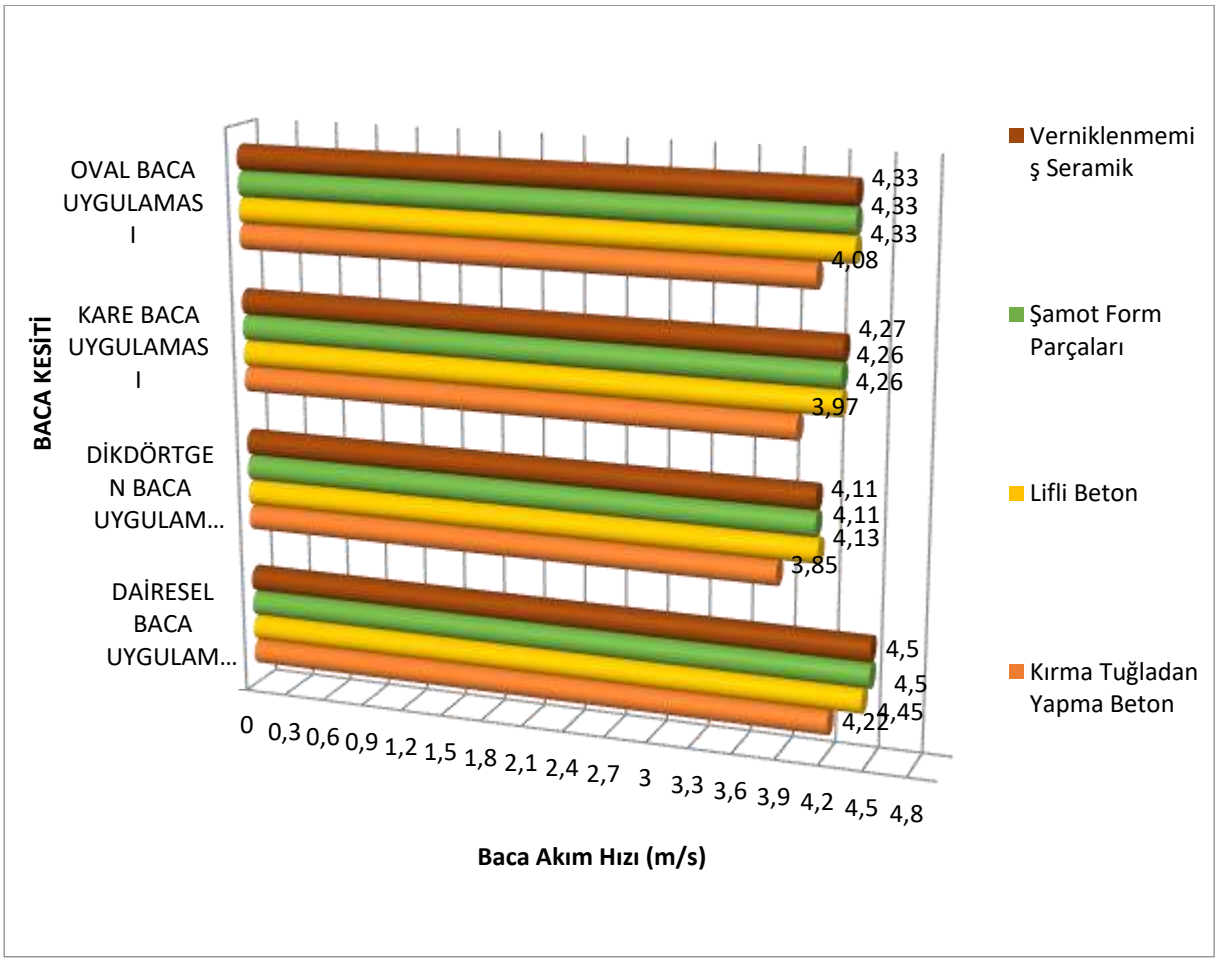
Bu çalışma, baca sistemlerinin doğru tasarımı ile enerji verimliliğini artırma ve çevresel etkileri azaltma açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermek amacıyla baca malzemelerine odaklı simülasyon temelli bir karşılaştırmalı analize odaklanmıştır. Bu çalışma, halı atölyesi gibi endüstriyel alanlarda, baca tasarımının optimizasyonunun enerji verimliliğini sağlamak ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla nasıl kullanılabileceğine dair önemli doğru baca bileşenlerinin kullanılmasıyla oluşturulabilecek tasarımlar açısından KesaAladin yazlılımı [9] destekli bir örnek vaka çalışması sunmaktadır.

2. Analiz sonuçları ve değerlendirmeler



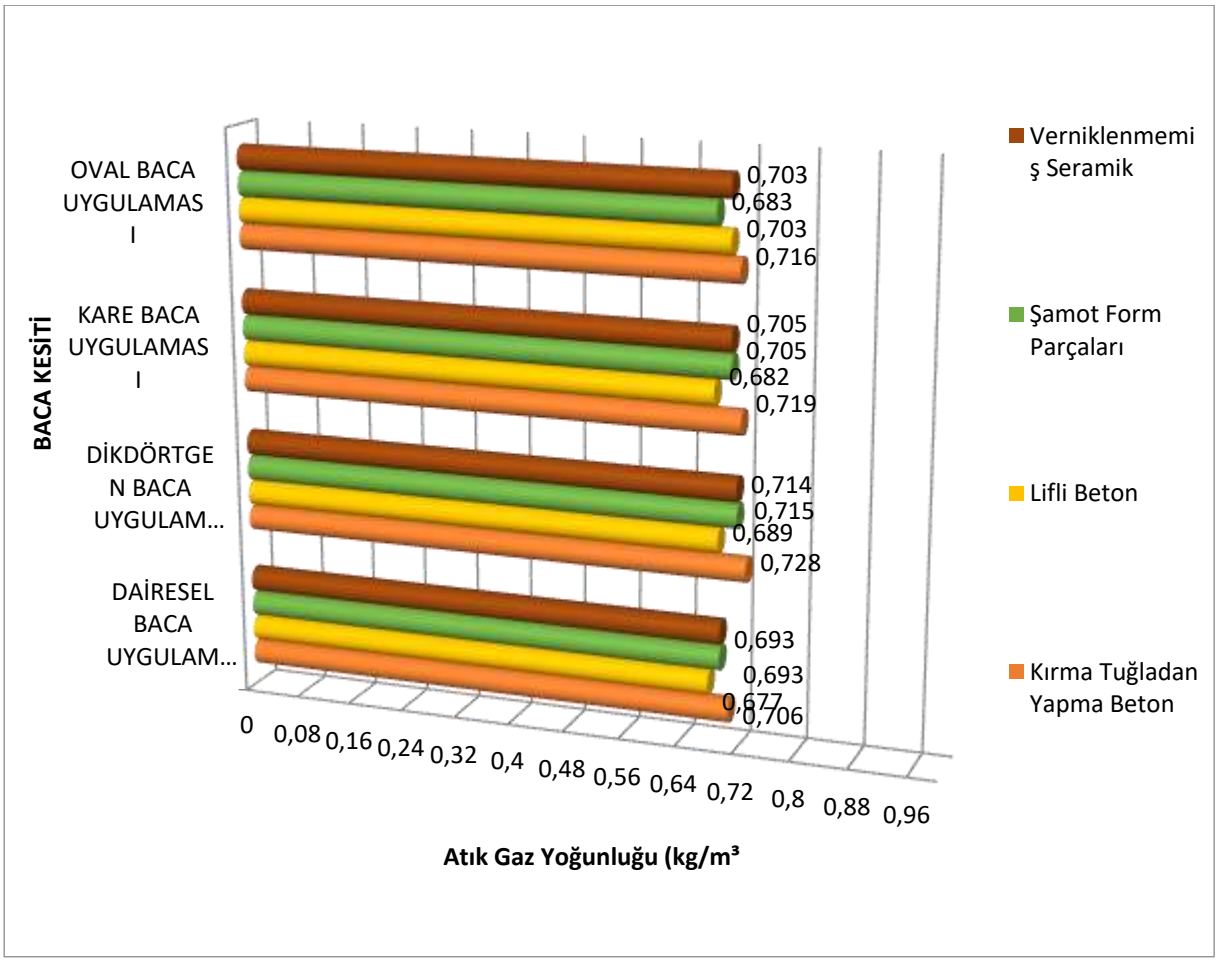
Şekil 1. Ağız Kesiti (mm)

Maksimum değerler [dairesel baca: 845 mm (kırma tuğladan yapma beton), **dikdörtgen baca:** 896,7 mm (kırma tuğladan yapma beton**), kare baca**: 882,1 mm (kırma tuğladan yapma beton), **oval baca:** 862,1 mm (kırma tuğladan yapma beton)) ve **minimum değerler (dairesel baca:** 806,3 mm (verniklenmemiş seramik), **dikdörtgen baca**: 856 mm (şamot form parçaları), **kare baca:** 836,9 mm (verniklenmemiş seramik), **oval baca:** 826,6 mm (lifli beton ve verniklenmemiş seramik)**]** dikkate alındığında kırma tuğladan yapma beton, tüm baca şekillerinde en geniş ağız kesitine sahip olup, akış kapasitesi açısından avantajlıdır. verniklenmemiş seramik ve şamot form parçaları ise daha dar kesitlere sahip olup, özellikle dairesel ve oval bacalarda akış direncinin artmasına neden olabilir. Bu durum, özellikle yüksek debili sistemlerde tercih edilecek malzeme seçimini etkileyebilir.



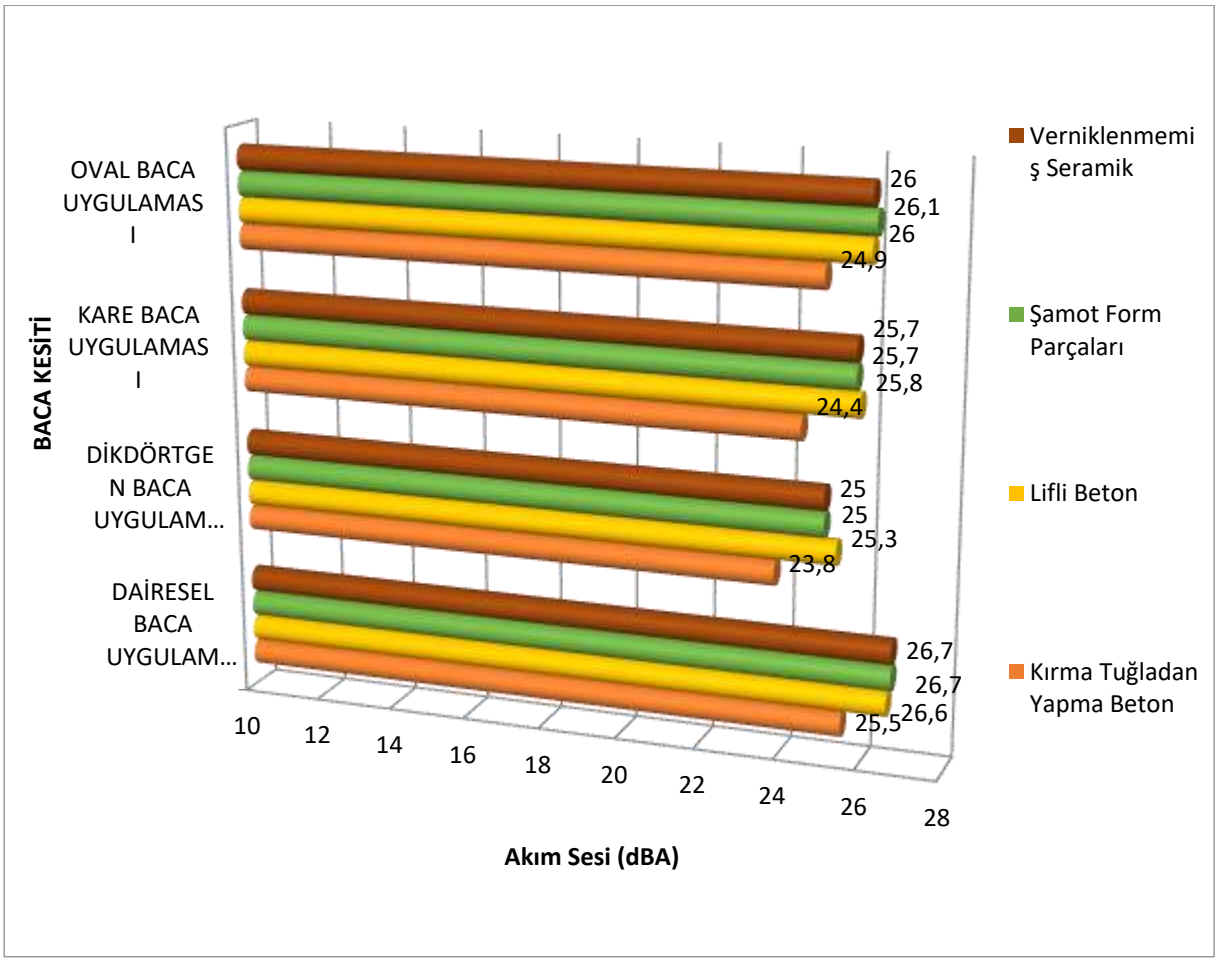
Şekil 2. **Akım Hızı (m/s)**

Maksimum Değerler **[**dairesel baca: 4,5 m/s (şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik), dikdörtgen baca: 4,13 m/s (lifli beton), kare baca: 4,27 m/s (verniklenmemiş seramik), oval baca: 4,33 m/s (lifli beton, şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik)**] ve m**inimum değerler **[**dairesel baca: 4,22 m/s (kırma tuğladan yapma beton), dikdörtgen baca: 3,85 m/s (kırma tuğladan yapma beton), kare baca: 3,97 m/s (kırma tuğladan yapma beton), oval baca: 4,08 m/s (kırma tuğladan yapma beton)**].**Şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik, dairesel ve oval bacalarda en yüksek akım hızını sağlamaktadır. Bu malzemeler, yüksek hızlı akış gerektiren uygulamalarda tercih edilebilir. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük akım hızına sahip olup, düşük debili sistemlerde kullanım için uygun olabilir.



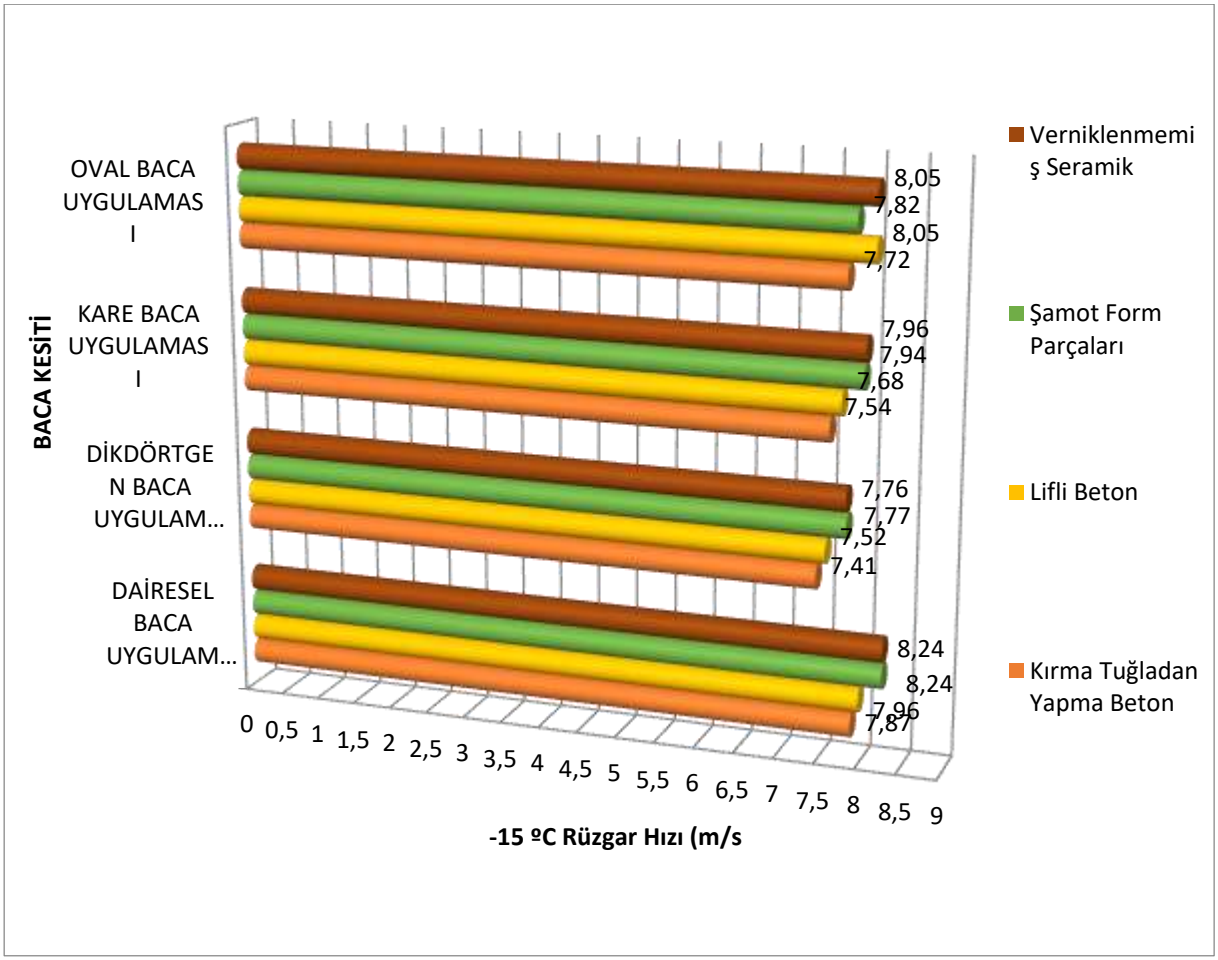
Şekil 3. Atık Gaz Yoğunluğu (kg/m³)

Maksimum değerler **[**dairesel baca: 0,706 kg/m³ (kırma tuğladan yapma beton), dikdörtgen baca: 0,728 kg/m³ (kırma tuğladan yapma beton), kare baca: 0,719 kg/m³ (kırma tuğladan yapma beton), oval baca: 0,716 kg/m³ (kırma tuğladan yapma beton)**] ve** minimum değerler **[**dairesel baca: 0,677 kg/m³ (lifli beton), dikdörtgen baca: 0,689 kg/m³ (lifli beton), kare baca: 0,682 kg/m³ (lifli beton), oval baca: 0,683 kg/m³ (şamot form parçaları)**].** Kırma tuğladan yapma beton, atık gaz yoğunluğu açısından en yüksek değerlere sahiptir. Bu durum, bu malzemenin daha yoğun gazların taşınmasında kullanılabileceğini göstermektedir. Lifli beton ve şamot form parçaları ise daha düşük yoğunluk değerleri ile hafif gazların taşınması için uygun olabilir.



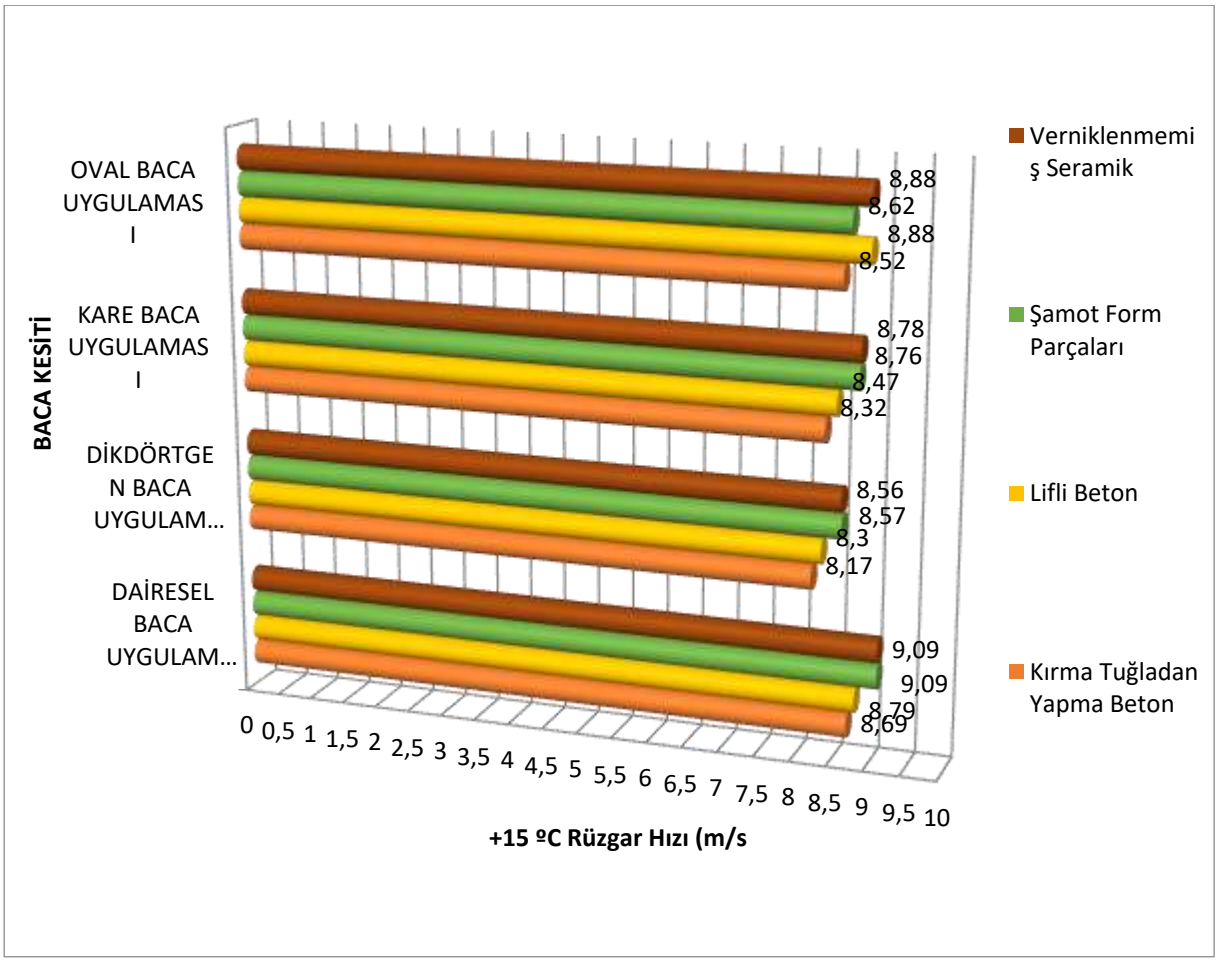
Şekil 4. Akım Sesi (dBA)

Maksimum değerler **[**dairesel baca: 26,7 dba (şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik), dikdörtgen baca: 25,3 dba (lifli beton), kare baca: 25,8 dba (lifli beton), oval baca: 26,1 dba (şamot form parçaları)**] ve** minimum değerler **[**dairesel baca: 25,5 dba (kırma tuğladan yapma beton), dikdörtgen baca: 23,8 dba (kırma tuğladan yapma beton), kare baca: 24,4 dba (kırma tuğladan yapma beton), oval baca: 24,9 dba (kırma tuğladan yapma beton)**].** Şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik, dairesel ve oval bacalarda en yüksek akım sesine sahiptir. Bu malzemeler, gürültü kontrolünün önemli olduğu uygulamalarda dikkatle kullanılmalıdır. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük ses seviyeleri ile sessiz çalışma gerektiren sistemlerde tercih edilebilir.



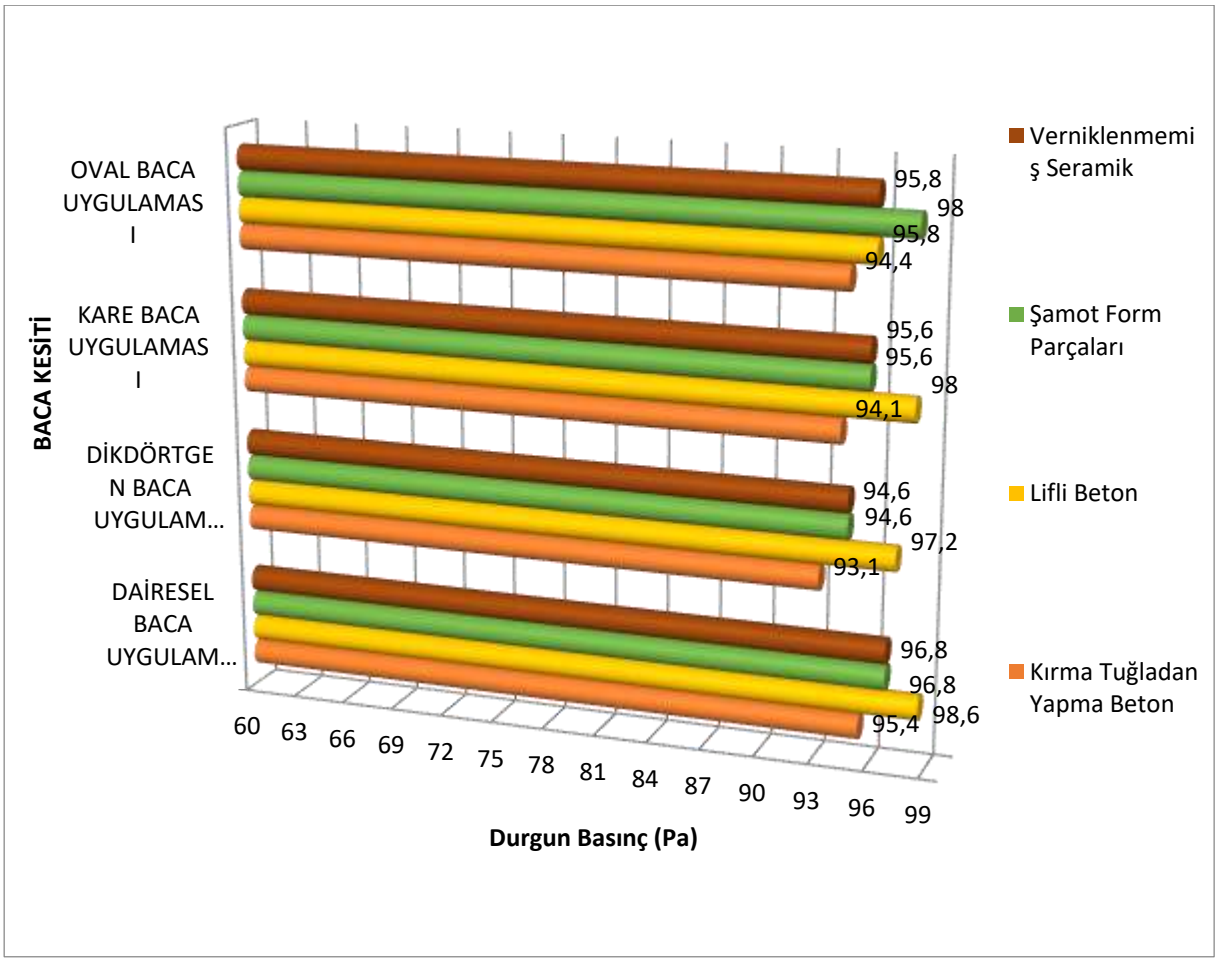
Şekil 5. (-15) ºC Rüzgar Hızı (m/s)

Maksimum değerler **[**dairesel baca: 8,24 m/s (şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik), dikdörtgen baca: 7,77 m/s (şamot form parçaları), kare baca: 7,96 m/s (verniklenmemiş seramik), oval baca: 8,05 m/s (lifli beton ve verniklenmemiş seramik)**] ve** minimum değerler **[**dairesel baca: 7,87 m/s (kırma tuğladan yapma beton), dikdörtgen baca: 7,41 m/s (kırma tuğladan yapma beton), kare baca: 7,54 m/s (kırma tuğladan yapma beton), oval baca: 7,72 m/s (kırma tuğladan yapma beton)**].**



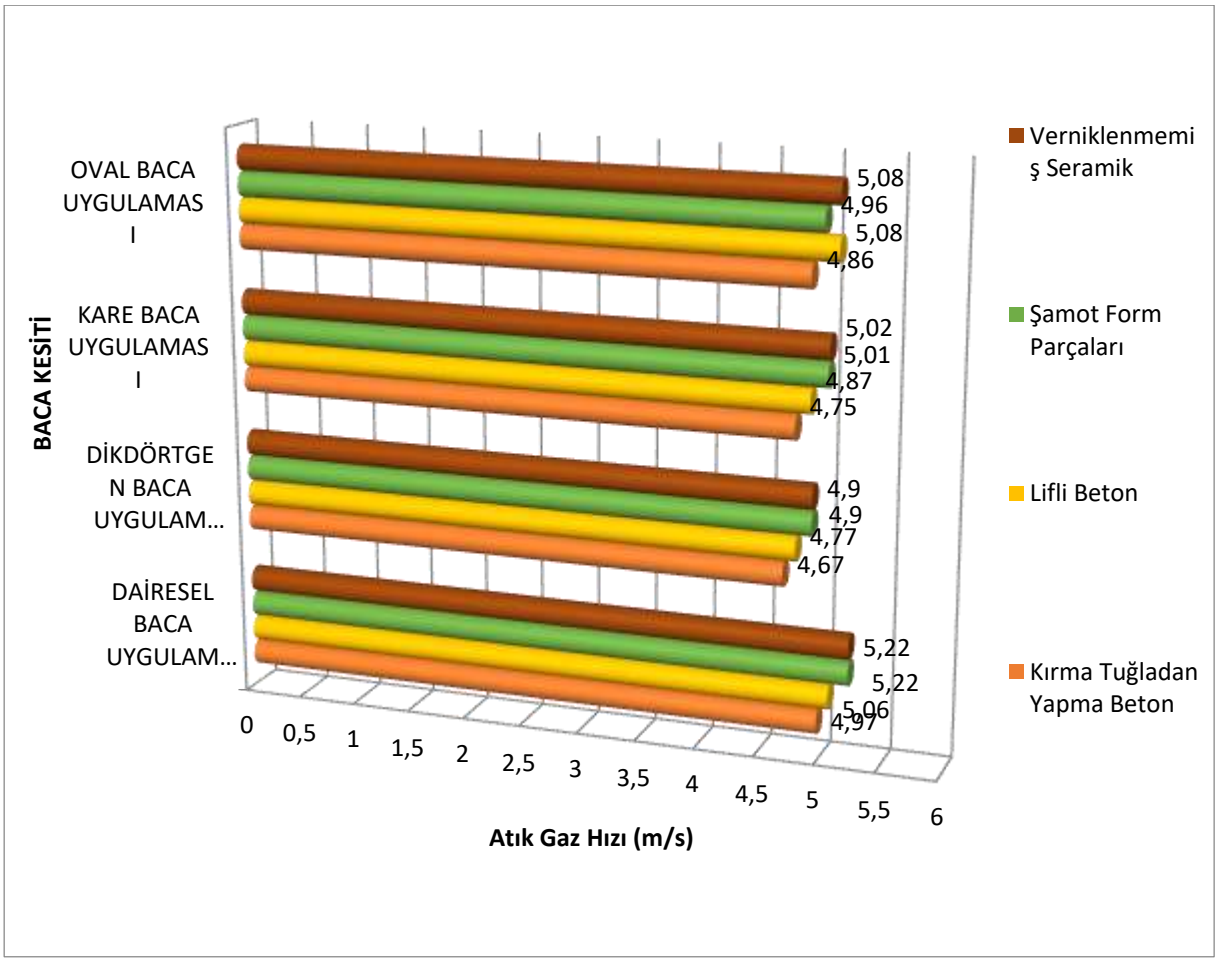
Şekil 6. (+15) ºC Rüzgar Hızı:

Maksimum Değerler **[**Dairesel Baca: 9,09 m/s (Şamot Form Parçaları ve Verniklenmemiş Seramik), Dikdörtgen Baca: 8,57 m/s (Şamot Form Parçaları), Kare Baca: 8,78 m/s (Verniklenmemiş Seramik), Oval Baca: 8,88 m/s (Lifli Beton ve Verniklenmemiş Seramik)**] ve** Minimum Değerler **[**Dairesel Baca: 8,69 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Dikdörtgen Baca: 8,17 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Kare Baca: 8,32 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Oval Baca: 8,52 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton)**].** Şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik, tüm baca şekillerinde en yüksek rüzgar hızına sahiptir. Bu malzemeler, yüksek rüzgar hızlarının olduğu bölgelerde kullanıldığında, rüzgar yüklerine karşı daha dayanıklıdır. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük rüzgar hızları ile daha az rüzgar yüküne maruz kalır.



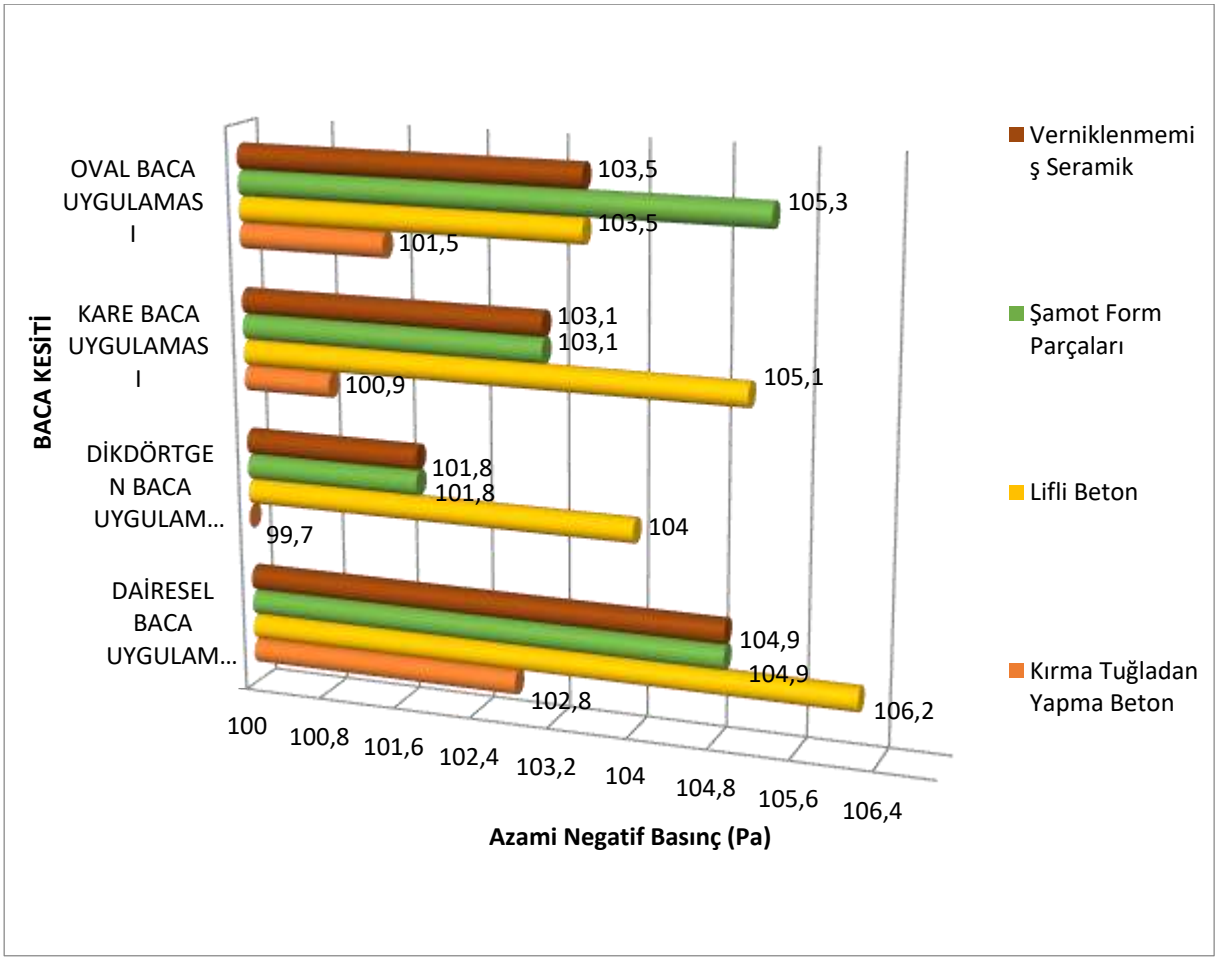
Şekil 7. Durgun Basınç (Pascal)

Maksimum değerler **[**Dairesel Baca: 98,6 Pa (Lifli Beton), Dikdörtgen Baca: 97,2 Pa (Lifli Beton), Kare Baca: 98 Pa (Lifli Beton), Oval Baca: 98 Pa (Şamot Form Parçaları)**] ve** minimum değerler **[**Dairesel Baca: 95,4 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Dikdörtgen Baca: 93,1 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Kare Baca: 94,1 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Oval Baca: 94,4 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton)**].** Lifli beton ve şamot form parçaları, tüm baca şekillerinde en yüksek durgun basınca sahiptir. Bu malzemeler, yüksek basınçlı sistemlerde kullanım için uygun olabilir. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük basınç değerleri ile düşük basınçlı sistemlerde tercih edilebilir.



Şekil 8. Atık Gaz Hızı (m/s)

Maksimum Değerler **[**Dairesel Baca: 5,22 m/s (Şamot Form Parçaları ve Verniklenmemiş Seramik), Dikdörtgen Baca: 4,9 m/s (Şamot Form Parçaları ve Verniklenmemiş Seramik), Kare Baca: 5,02 m/s (Verniklenmemiş Seramik), Oval Baca: 5,08 m/s (Lifli Beton ve Verniklenmemiş Seramik)**]** **ve** Minimum Değerler **[**Dairesel Baca: 4,97 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Dikdörtgen Baca: 4,67 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Kare Baca: 4,75 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Oval Baca: 4,86 m/s (Kırma Tuğladan Yapma Beton)**].** Şamot form parçaları ve verniklenmemiş seramik, tüm baca şekillerinde en yüksek atık gaz hızına sahiptir. Bu malzemeler, yüksek hızlı atık gazların taşınması gereken sistemlerde kullanılabilir. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük hızlar ile düşük debili sistemler için uygun olabilir.



Şekil 9. Azami Negatif Basınç (Pascal)

Maksimum Değerler **[**Dairesel Baca: 106,2 Pa (Lifli Beton), Dikdörtgen Baca: 104 Pa (Lifli Beton), Kare Baca: 105,1 Pa (Lifli Beton), Oval Baca: 105,3 Pa (Şamot Form Parçaları)**] ve** Minimum Değerler **[**Dairesel Baca: 102,8 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Dikdörtgen Baca: 99,7 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Kare Baca: 100,9 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton), Oval Baca: 101,5 Pa (Kırma Tuğladan Yapma Beton)**].** Lifli beton ve şamot form parçaları, tüm baca şekillerinde en yüksek azami negatif basınca sahiptir. Bu malzemeler, yüksek basınç farklarının olduğu sistemlerde kullanım için uygun olabilir. Kırma tuğladan yapma beton ise daha düşük basınç değerleri ile düşük basınç farklı sistemlerde tercih edilebilir.

3. Sonuç

Bu çalışma, Uşak ilinin iklim koşullarına uygun bir halı atölyesi binasında, 300.000 kcal/h kapasiteye sahip kömürlü ısıtma cihazına bağlı baca sisteminin enerji verimliliğini ve çevresel etkilerini incelemektedir. Farklı baca tasarım alternatiflerinin simülasyon sonuçları, baca malzemelerinin ve geometrik şekillerinin enerji verimliliği üzerindeki etkisini göstermektedir. Şamot form parçaları, verniklenmiş seramik, kırma tuğladan yapma beton ve lifli beton gibi malzemeler, baca sisteminin dayanıklılığını ve enerji verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca, baca sisteminin dairesel, oval, kare ve dikdörtgen kesitli formları arasındaki performans farkları, enerji kayıplarının minimuma indirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada Uşak ili için optimal çözümün dairesel formda ve lifli beton malzemeyle tasarlanan baca sisteminde elde edildiği belirlenmiştir.

Simülasyonlar, her bir baca tasarımının hava akış hızı ve çevresel etkiler üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Sonuç olarak, optimal baca tasarımı ile enerji verimliliği artırılabilir ve emisyonlar azaltılabilir. Bu çalışma, baca tasarımının enerji tasarrufu sağlama ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Halı atölyesi gibi endüstriyel alanlarda, bu tür optimizasyonlar, işletmelerin enerji maliyetlerini düşürürken çevreye olan etkilerini de minimize etmektedir. Elde edilen bulgular, benzer iklim koşullarına sahip diğer bölgelerde de uygulanabilecek enerji verimli baca tasarımlarının geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi MF.24.38 no'lu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] Ahmet Karahan, Figen Balo, Sımulatıon supported chımney desıgn to reduce energy consumptıon ın heatıng boılers in dıstrıct (Bulanık ilçesinde ısıtma kazanlarındaki enerji tüketimini azaltmak için simülasyon destekli baca tasarımı), International Journal of BULSODER, e-ISSN: 3023-5987 Bulanık MYO Sosyal Bilimler Dergisi) Bulanık Sempozyumu Özel Sayısı 1,52-63

[2] L Sagbansua, F Balo, Sustainable insulation materials for green strategy in construction, Int. J. Comput. Trends Technol 42, 66-71

[3] F Balo, A Karahan, Lutfu S. Sua, A simulation supported chimney design application for greener buildings, Proceedings of Engineering toThrive 2022: Water, Air, Shelter, and Food Symposium, June 23-24, 2022, University of Windsor, Ontario, CANADA

[4] F Balo, Ekolojik Yalıtım Malzemesi Üretiminin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi,

Politeknik Dergisi 20 (3), 733-742

[5] Smith, J., & Johnson, R. (2019). Impact of dual-wall chimney systems on energy efficiency in industrial buildings. Energy and Buildings, 142, 231-245.

[6] Brown, M., & Williams, P. (2021). Thermal performance of different chimney materials in industrial heating systems. Journal of Sustainable Energy, 14(3), 122-130.

[7] Lee, A., & Chang, H. (2018). Effect of chimney geometry on airflow and emission reduction in industrial heating systems. Environmental Science and Technology, 52(7), 4055-4063.

[8] Thompson, G., & Taylor, S. (2020). Simulation-based assessment of chimney designs for environmental sustainability. Renewable Energy, 45(6), 2987-2996.

[9] https://www.a-baca.com/kesa-baca-hesabi/ [erişim: 07.12.2024]

SÜNİ İNTELLEKT VƏ MƏXFİLİK: MÜASİR DÜNYADA TƏHLÜKƏLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR

Əliyeva Məhsəti Rövşən Qızı

Mingəçevir Dövlət Universitetİ, İnformasiya Texnologiyaları Kafedrası, Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0009-9348-3235

XÜLASƏ

Süni intellekt (AI) ən sadə şəkildə, ümumiyyətlə insanların yerinə yetirdiyi vəzifələri yerinə yetirə bilən proqramlar yaratmaq məqsədi ilə kompüter elminin alt sahəsidir. Bu vəzifələr ağıllı hesab edilə bilər və onlara vizual və audio qavrayış, öyrənmə və uyğunlaşma, əsaslandırma, nümunənin tanınması və qərar qəbul etmə daxildir. Süni intellekt müasir texnologiyaların inkişafı ilə insan fəaliyyətnin bir çox aspektlərini dəyişdirən bir sahədir. Süni intellekt, təbii dilin işlənməsi, məlumatların təhlili və avtomatlaşdırılmış qərar qəbul etmə kimi sahələrdə böyük potensiala malik olsa da, məxfilik və etik problemlər yaradır. Süni intellektin məlumat məxfiliyinə təsiri xüsusilə həsasdır, çünki bu texnologiyalar çox vaxt həssas şəxsi məlumatalara əsaslanır.

Məqalədə həmçinin güclü şifrələnmə, məlumat təhlükəsizliyinin artırılması və etik prinsiplərin tətbiqi ilə bu problemlərin qarşısını almağın vacibliyi vurğulanır. Qanunvericilik və tənzimləmə mexanizmləri ilə yanaşı, texnoloji yeniliklər də süni intellektin daha məsuliyyətli şəkildə istifadəsinə şərait yarada bilər. Süni intellekt həyatımızı zənginləşdirə biləcəyi yollar çox böyükdür. Süni intelektdə məxfilik anlayışı onun qorunma yolları məqalədə öz əksini tapmışdır. Məqalədə süni intellektlə bağlı bəzi əsas risklər araşdırılmış potensial zəifliklərə və təşkilatların , şəxslərin məxfilik hüquqları, üzləşə biləcəyi problemlərə nəzər salınmışdır.

Bu mövzu, həm fərdi hüquqların qorunmasını təmin etmək, həm də süni intellektin cəmiyyətə olan müsbət təsirini artırmaq baxımından olduqca vacibdir.

Açar sözlər: Süni intellekt, məxfilik, kibertəhlükəsizlik, şəxsi məlumatların istismarı, məlumat təhlükəsizliyi

Giriş. Süni intellekt (AI) ən sadə şəkildə, ümumiyyətlə insanların yerinə yetirdiyi vəzifələri icra edə bilən proqramlar yaratmaq məqsədi ilə kompüter elminin alt sahəsidir. Bu vəzifələr ağıllı hesab edilə bilər və onlara vizual və audio qavrayış, öyrənmə və uyğunlaşma, əsaslandırma, nümunənin tanınması və qərar qəbul etmə daxildir. “AI” maşın öyrənməsi, proqnozlaşdırıcı analitika, təbii dil emalı və robototexnika daxil olmaqla əlaqəli texnika və texnologiyalar toplusunu təsvir etmək üçün ümumi termin kimi istifadə olunur. Süni intellekt fəlsəfəsi ən azı 18-ci əsrin əvvəllərində Leybnitsdən bəri müzakirə olunsa da, bizim istifadə etdiyimiz süni intellekt anlayışı 1940-cı illərin əvvəllərindən mövcud olub və 1950-ci ildə “Türinq testi”nin inkişafı ilə məşhurlaşıb. Bu üç amil nəticəsində süni intellekt sahəsində sürətli inkişaf dövrünü yaşayırıq: təkmilləşdirilmiş alqoritmlər, artan şəbəkə hesablama gücü və misli görünməmiş həcmdə məlumatların tutulması və saxlanması qabiliyyətinin artması. [1Alex Campolo2017]. Texnoloji irəliləyişlərlə yanaşı, ağıllı maşınlar haqqında düşüncə tərzi də 1960-cı illərdən etibarən əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdi və bu, bir çox inkişaflara imkan verdi. Süni intellekt texnologiyalarının real həyatda tətbiqləri artıq gündəlik həyatımızda qurulub, baxmayaraq ki, bir çox insanlar bunun fərqində deyillər. Süni intellektin xüsusiyyətlərindən biri budur ki, texnologiya işə düşdükdən sonra o, AI adlandırılmağı dayandırır və ümumi hesablamaya çevrilir. [3Toby Walsh]. Məsələn, telefonun digər ucunda avtomatlaşdırılmış səslə qarşılanmaq və ya ona əsaslanan film təklif edilməsidir. İndi bu sistemlər həyatımızda müəyyən bir element olduğundan, süni intellekt üsullarının, o cümlədən nitqin tanınması, təbii dilin işlənməsi və proqnozlaşdırıcı analitikanın işlədiyi faktı tez-tez unudulur. AI-nin həyatımızı zənginləşdirə biləcəyi yollar çox böyükdür. Artan səmərəlilik və aşağı xərclər, səhiyyə və tədqiqatda böyük təkmilləşdirmələr, nəqliyyat vasitələrinin artan təhlükəsizliyi və

ümumi rahatlıq AI-nin vədlərindən yalnız bir neçəsidir. Lakin, hər hansı yeni texnologiyada olduğu kimi, süni intellektin imkanları cəmiyyət və qanun üçün bir sıra çətinliklərlə gəlir.

Rəqəmsal dövrdə məxfiliyin vacibliyi. Rəqəmsal dövrdə fərdi məlumatlar inanılmaz dərəcədə qiymətli bir əmtəəyə çevrildi. Hər gün onlayn olaraq yaradılan və paylaşılan böyük həcmli məlumat bizneslərə, hökumətlərə və təşkilatlara yeni anlayışlar əldə etməyə və daha yaxşı qərarlar qəbul etməyə imkan verib. Bununla belə, bu məlumat həm də şəxslərin paylaşmaq istəməyə biləcəyi və ya təşkilatların onların razılığı olmadan istifadə etdiyi həssas məlumatları ehtiva edir. Məxfilik buradan gəlir. Məxfilik şəxsi məlumatları məxfi saxlamaq və icazəsiz girişdən azad olmaq hüququdur. Bu, fərdlərin şəxsi məlumatlarına və onlardan necə istifadə olunmasına nəzarəti təmin edən vacib insan hüququdur. Bu gün məxfilik hər zamankindən daha vacibdir, çünki toplanan və təhlil edilən şəxsi məlumatların miqdarı artmaqda davam edir. Ənənəvi məxfilik anlayışları süni intellekt tərəfindən mübahisələndirilə bilsə də, AI-nin defolt olaraq məxfiliyə xələl gətirməsi nəzərə alınmır; AI-nin məxfiliyi təmin etməyə kömək edə biləcəyi bir gələcəyi nəzərdə tutmaq mümkündür. Məsələn, bu, ehtimal ki, daha az insanın onunla işləmək üçün xam məlumatlara girişə ehtiyacı olacaq və beləliklə insan səhvi nəticəsində məxfiliyin pozulması riskini minimuma endirə bilər. İnformasiya məxfiliyinin vacib amillərindən biri odur ki, o, yeni texnologiyalardan necə istifadə etdiyimizlə bağlı etik seçimlər etmək üçün mühüm çərçivə təmin edir. Texnologiyanın etikasını nəzərə almaq və məxfilik problemlərini həll etmək AI-nin uzunmüddətli uğuru üçün vacib olacaqdır. Texnoloji yeniliklər və məxfilik mülahizələri arasında tarazlıq uzunmüddətli perspektivdə ictimai dəyər yaratmağa kömək edə biləcək sosial məsuliyyət daşıyan AI-nin inkişafına kömək edəcək. Məxfilik müxtəlif səbəblərə görə çox əhəmiyyətlidir. Məxfiliklə bağlı bəzi əsas riskləri, potensial zəiflikləri və təşkilatların şəxslərin məxfilik hüquqlarının qorunmasında üzləşə biləcəyi problemlərə nəzər salaq. [2 Mustafayeva A.M].

1. Məlumat məxfiliyinin pozulması: Süni intellekt sistemləri öyrənmək və qərar vermək üçün adətən geniş miqyaslı məlumatlara etibar edir. Bununla belə, bu məlumatlara sağlamlıq qeydləri, maliyyə əməliyyatları və biometrik məlumatlar kimi həssas şəxsi informasiyalar əlavə edilər. Bu məlumatlara qeyri-düzgün işləmə və ya icazəsiz giriş məxfiliyin pozulması və şəxslərin məxfilik hüquqlarının pozulması ilə nəticələnər.

2. Alqoritmik qərəz və ayrı-seçkilik: Süni intellekt alqoritmləri qərəzliliyi və ayrı-seçkiliyi təşviq edə bilər ki, bu da ədalətsizlik doğuran nəticələrə yol açar, xüsusən işə götürmə, borc vermə və təhlükəsizlik orqanları kimi həssas sahələrdə. Qərəzli verilənlər bazası, qüsurlu alqoritmlər və qeyri-adekvat sınaq mövcud bərabərsizlikləri gücləndirə və məxfilik hüquqlarını poza bilər.

3. Nəzarət və izləmə: Üz tanıma sistemləri və məkan izləmə alətləri kimi işləyən müşahidə texnologiyaları kütləvi müşahidə və şəxslərin gizliklik hüququnun pozulması ilə bağlı səbəbləri artırır. Bu texnologiyalar fərdlərin fəaliyyətlərinin, davranışlarının və hərəkətlərinin geniş şəkildə monitorinqini və izlənilməsini təşkil edir bu da məxfilik və vətəndaş azadlıqlarının aşınmasına səbəb olur.

4. Şəffaflığın olmaması: Bir çox süni intellekt sistemi qara qutu kimi fəaliyyət göstərir və bu, qərarların necə qəbul edildiyini başa düşməyi və ya onları öz hərəkətlərinə görə məsuliyyətə cəlb etməyi çətinləşdirir. Süni intellekt alqoritmlərində şəffaflığın və izah edilə bilənliyin olmaması, xüsusən də məxfilik və ədalətin vacib olduğu kontekstlərdə onların nəticələrinə inamı sarsıda bilər.

5. Məlumat təhlükəsizliyi zəifliklər: Süni intellekt sistemləri məlumatların pozulması, rəqib hücumlar və modelin zəhərlənməsi daxil olmaqla təhlükəsizlik zəifliklərinə və hücumlara həssasdır. Zərərli aktorlar həssas məlumatları oğurlamaq, süni intellektə əsaslanan qərarları manipulyasiya etmək və ya süni texnologiya sistemlərinin bütövlüyünü və etibarlılığını pozmaq üçün bu boşluqlardan istifadə edir. Məxfilik və təhlükəsizlik üçün əhəmiyyətli risklər yaradır.

Problemlərin həll edilməsi və süni intellektdə məxfiliyin qorunması yolları.

1. Dizayn üzrə məxfilik: Əvvəldən AI sistemlərinin dizaynına və inkişafına məxfilik mülahizələrini daxil edin. Məlumatların toplanması və işlənməsindən tutmuş model təlimi və tətbiqinə qədər süni intellektin həyat dövrü ərzində məxfilik və məlumatların qorunmasına üstünlük verən dizayn üzrə məxfilik yanaşmasını qəbul edin. 2. Etik məlumat istifadəsi və idarəetmə: Süni intellekt

sistemlərinin ədalətlilik, şəffaflıq, hesabatlılıq və ayrı-seçkiliyə yol verilməməsi prinsiplərinə əməl etmək. Etik məlumatlardan istifadə və idarəetmə üçün aydın siyasət və təlimatlar hazırlayın. Həssas məlumatları qorumaq və məxfilik risklərini azaltmaq üçün etibarlı məlumat idarəetmə çərçivələrini, məlumatların anonimləşdirilməsi üsullarını və məxfiliyi artıran texnologiyalar tətbiq edin.

3. Alqoritmik ədalətlilik və təzadların azaldılması: AI alqoritmlərində qərəzliliyi müəyyən etmək və azaltmaq üçün təzadların aşkarlanması, ədalətlilik testi və alqoritmik audit kimi üsullardan istifadə edin. Təlim məlumat dəstlərində müxtəlifliyi və təmsilçiliyi təmin edin və ədalətli nəticələri təşviq etmək və məxfilik hüquqlarını qorumaq üçün alqoritmik ədalət tədbirlərini həyata keçirin.

4. Şəffaflıq və izah edilə bilənlik: Modelin şərh oluna bilməsi, alqoritmik şəffaflıq və qərarların izlənilməsi kimi üsulları qəbul etməklə AI sistemlərinin şəffaflığını və izah oluna bilənliyini artırın. İstifadəçilərə süni intellektə əsaslanan qərarların necə qəbul edildiyi barədə aydın izahatlar verin və onlara səhv və ya qərəzli nəticələri başa düşməyə, etiraz etməyə və düzəltməyə imkan verin. Şəffaflığı artırmaq, həmçinin insanların iştirakı olmadan baş vermiş qərarların qəbulunu yoxlamaq, etiraz etmək və məhdudlaşdırmaq üçün potensial yollardan biri "izahlandırma hüququ"nda araşdırılır. Belə bir hüquq fərdlərə sırf alqoritmik əsasda qəbul edilmiş, onlara təsir edən qərarları şübhə altına almaq imkanı verəcək. insanlar və ağıllı maşınlar arasında inkişaf edən əlaqələrə inamın inkişaf etdirilməsi və saxlanmasının ayrılmaz hissəsi kimi izah edilə bilər. [4 Ruslan Salakhutdinov]. Onların öz məhsullarını necə və nə üçün əldə etdiklərini izah edə biləcək alqoritmlər yaratmaq üçün artıq çox iş aparılır. Bu cür qabiliyyətlə AI potensial olaraq şəffaflığı asanlaşdıra bilər, belə ki, o, qərarları aydın şəkildə izah edə və sınaqdan keçirilə bilər. Qərəz – insan qərar qəbul edənlər üçün həmişə mümkün olmayan bir prosesdir [5].

5. Məlumatların minimuma endirilməsi və anonimləşdirilməsi: Şəxsi məlumatların toplanması və saxlanması üçün AI texnologiyalarına hakim olmaq lazımdır. Süni texnologiyalar məlumat xidmətini qoruyarkən fərdi məxfiliyi qorumaq, məlumatların anonimləşdirilməsi və psevdonimləşdirmə üsullarını tətbiq edin. Məxfiliyə xələl gətirmədən birgə məlumat təhlilini təmin etmək üçün federativ öyrənmə və diferensial məxfilik kimi məxfiliyi qoruyan texnologiyaları qəbul edin.

6. Təhlükəsizlik və uyğunluq tədbirləri: Süni intellekt sistemlərini və məlumatlarını icazəsiz giriş, manipulyasiya və istismardan qorumaq üçün şifrələmə, girişə nəzarət və təhlükəsiz kodlaşdırma təcrübələri daxil olmaqla möhkəm təhlükəsizlik tədbirlərini həyata keçirin. GDPR, CCPA və HIPAA kimi müvafiq məxfilik qaydalarına və standartlarına riayət edin və uyğunluğu təmin etmək və təhlükəsizlik risklərini azaltmaq üçün müntəzəm təhlükəsizlik qiymətləndirmələri və auditləri həyata keçirin.

Süni intellekt həyatımıza nüfuz etdikcə, texnologiyanın etik və məsuliyyətlə istifadə olunmasını təmin etməli, məxfiliyimizi qorumaqda diqqətli olmalıyıq. Süni intellekt sistemləri böyük həcmdə (şəxsi) məlumat tələb edir və bu məlumatlar yanlış əllərə keçərsə, şəxsiyyət oğurluğu və ya kiberzorakılıq kimi çirkin əməllər üçün istifadə edilə bilər. Süni intellekt texnologiyasının yaratdığı başqa bir problem qərəz və ayrı-seçkilik potensialıdır. Süni intellekt sistemləri yalnız öyrədildikləri məlumatlar qədər qərəzsizdir; bu məlumatlar qərəzli olarsa, nəticələnən sistem də olacaq. Bu, irq, cins və ya sosial-iqtisadi status kimi amillərə əsaslanaraq fərdlərə təsir edən ayrı-seçkilik xarakterli qərarlara səbəb ola bilər. Qərəzliyin qarşısını almaq üçün süni intellekt sistemlərinin müxtəlif məlumatlar üzrə təlim keçməsini və müntəzəm olaraq yoxlanılmasını təmin etmək vacibdir. İlk baxışdan süni intellektdə qərəz və ayrı-seçkilik və məxfilik arasında əlaqə dərhal görünməyə bilər. Axı, məxfilik çox vaxt şəxsi məlumatların qorunması və tək qalmaq hüququ ilə bağlı ayrıca bir məsələ kimi düşünülür. Ancaq reallıq budur ki, iki məsələ bir-biri ilə əlaqədardır və bunun səbəbi budur. Bir çox süni intellekt sistemi qərar qəbul etmək üçün məlumatlara əsaslanır. Bu məlumatlar fərqli mənbələrdən əldə edilir. Bu informasiyalar ilk baxışda zərərsiz görünsə də, insanın həyatı, o cümlədən irqi, cinsi, dini və siyasi inancları haqqında çox şey aşkar edə bilər. Nəticədə, süni intellekt sistemi qərəzli və ya ayrı-seçkilik yaradırsa, bu məlumatlardan belə problemləri aradan qaldırmaq üçün istifadə oluna bilər. Bu da fərdlər üçün ədalətsiz və ya hətta zərərli nəticələrə gətirib çıxarır. Məsələn, işə götürən şirkət tərəfindən iş müraciətlərini yoxlamaq üçün istifadə olunan AI sistemini təsəvvür edin. Sistem qadınlara və ya rəngli insanlara qarşı qərəzlidirsə, o, namizədin cinsi və ya irqi ilə bağlı məlumatlardan onları ədalətsiz şəkildə nəzərdən keçirməkdən kənarlaşdırmaq üçün istifadə edə bilər. Bu, fərdi ərizəçiyə zərər verir və işçi qüvvəsində sistemli

bərabərsizlikləri davam etdirir. Süni intellekt texnologiyasının yaratdığı üçüncü problem iş itkisi və iqtisadi pozulma potensialıdır. Süni texnologiya sistemləri təkmilləşdikcə, onlar daha əvvəl insanlar tərəfindən görülən işləri yerinə yetirmək qabiliyyətinə malikdirlər. Bu, iş yerlərinin dəyişdirilməsinə, müəyyən sənayelərdə iqtisadi pozulmalara və fərdlərin yeni rollar üçün yenidən hazırlanması ehtiyacına səbəb ola bilər. Lakin iş itkisi məsələsi də bir sıra mühüm yollarla məxfiliklə bağlıdır. Birincisi, AI texnologiyasının səbəb olduğu iqtisadi pozulma işçilər üçün maliyyə təhlükəsizliyinin artmasına yol aça bilər. Beləliklə fərdlərin rifahının təmini üçün şəxsi həyatlarını qurban verməyə məcbur olduqları vəziyyətə gətirib çıxara bilər. AI-ni həyatımızın müxtəlif aspektlərinə daxil etdikcə, məxfilik və etik mülahizələrin getdikcə daha vacib olduğu aydın olur. Süni intellektin potensial faydaları böyükdür, lakin onun istifadəsi ilə bağlı risklər də var. Məxfilik əsas insan hüququdur və süni intellekt texnologiyası irəliləməyə davam etdikcə bu, çox vacibdir. Məxfiliyə üstünlük verib və fərdlərin hüquqlarının qorunmasını təmin edə bilərik. Bu, hökumətlərin, təşkilatların və şəxslərin əməkdaşlığını əhatə edən çoxşaxəli yanaşma tələb edir. Hökumətlər süni intellektin fərdi məxfiliyə və digər etik mülahizələrə hörmət edən şəkildə hazırlanmasını və istifadəsini təmin etmək üçün qaydalar tətbiq etməlidir. Təşkilatlar məxfiliyə əsas dəyər kimi üstünlük verməli və fərdi məxfiliyə hörmət edən güclü məlumatların qorunması siyasətlərini qəbul etməlidir. Nəhayət, fərdlərə öz şəxsi məlumatları üzərində şəffaflıq və nəzarət səlahiyyəti verilməlidir. Məxfiliyə üstünlük verməklə və güclü informasiya təhlükəsizliyi siyasətlərini qəbul edib, süni intellekt texnologiyasını həm effektiv, həm də məxfiliyə hörmət edən tərzdə işlənib hazırlanmasına və istifadə olunmasına köməklik edə bilərik. Nəticədə fərdlərin süni intellektin dəyişdirici gücündən faydalana biləcəyi gələcəyə apara bilərik. Şəxsi toxunulmazlıq hüququ süni intellekt texnologiyaları irəliləməyə və gündəlik həyatımıza daha çox inteqrasiya etməyə davam etdikcə, məxfiliyin gələcəyi kritik bir yol ayrıcındadır. Metaversenin artması və yaratdığımız məlumatların miqdarının artması ilə bu texnologiyaların məlumatlarımızın təhlükəsizliyi və məxfiliyi üçün gələcək təsirlərini nəzərdən keçirməyə başlamamız vacibdir. Bu gün qəbul etdiyimiz qərarların gələcək nəsillər üçün böyük nəticələri olacaq və biz süni intellekt texnologiyalarının bütövlükdə cəmiyyətə fayda gətirəcək şəkildə istifadə olunduğu, eyni zamanda fərdi hüquqlara hörmət və qoruyaraq gələcək qurmağımızı təmin etmək bizdən asılıdır [6].

Süni intellekt dövründə məxfiliyin gələcəyi. Süni intellekt dövründə məxfilik üçün bəzi potensial imkanları və daha müsbət gələcəyi formalaşdırmaq üçün hansı addımları ata biləcəyimizi araşdıracağıq [1].

Tənzimləmə ehtiyacı. Süni intellekt sistemləri daha təkmilləşdikcə və böyük həcmdə məlumatları emal və təhlil edə bildikcə, bu texnologiyadan sui-istifadə və sui-istifadə potensialı artır. Süni intellekt texnologiyasının fərdi hüquq və azadlıqlara hörmət edən şəkildə hazırlanmasını və istifadəsini təmin etmək üçün onun effektiv tənzimlənmə və nəzarətə tabe olması vacibdir. Bura təkcə AI sistemləri tərəfindən məlumatların toplanması və istifadəsi deyil, həm də onların şəffaf, izahlı və qərəzsiz olmasını təmin etmək üçün bu sistemlərin dizaynı və inkişafı daxildir. Süni intellekt texnologiyasının effektiv tənzimlənməsi süni intellektdən etik istifadəyə dair aydın standartların və təlimatların yaradılması üçün hökumətlər, sənaye və vətəndaş cəmiyyəti arasında əməkdaşlığı tələb edəcək. Bu, həmçinin bu standartların təmin edilməsini təmin etmək üçün davamlı monitorinq və icranı tələb edəcəkdir. Müvafiq tənzimləmə olmadan, süni intellekt texnologiyasından artan istifadənin məxfilik və vətəndaş azadlıqlarının daha da aşınmasına, habelə cəmiyyətdə mövcud bərabərsizliklərin və qərəzlərin kəskinləşməsinə səbəb olacağı riski var. Süni intellekt üçün tənzimləyici baza yaratmaqla biz bu güclü texnologiyanın fərdi hüquq və azadlıqları qoruyarkən daha böyük fayda üçün istifadə olunmasına kömək edə bilərik.

Məlumat təhlükəsizliyi və şifrələmənin önəmi. Məlumatların pozulması və kiberhücumlar şəxsiyyətin oğurlanması, maliyyə itkisi və nüfuzun zədələnməsi kimi problemlərə yol açar. Son illərdə bir neçə yüksək profilli məlumat pozuntuları kiber təhlükəsizliyinin vacibliyini önə çıxartdı və həssas məlumatları qorumaq üçün şifrələmənin istifadəsi getdikcə daha vacib hala gəldi. Şifrələmə icazəsiz girişin qarşısını almaq üçün məlumatın oxunmayan formata çevrilməsi prosesidir. O, həm saxlamada, həm də ötürmə zamanı məlumatları qorumaq üçün bir yol təqdim edir. Şifrələmə şəxsi məlumatlar, maliyyə məlumatları və ticarət sirləri kimi həssas məlumatların qorunması üçün vacibdir. Süni intellekt texnologiyası inkişaf etdikcə, etibarlı məlumat təhlükəsizliyi və şifrələmə ehtiyacı daha da kritik olur. Süni intellektin etibar etdiyi məlumatların böyük həcmi o deməkdir ki, hər hansı pozuntu genişmiqyaslı

nəticələrə səbəb ola bilər ki, bu da məlumatların itirilməsi və ya oğurlanmasından qorunmaq üçün təhlükəsizlik tədbirlərinin həyata keçirilməsini vacib edir. Məsələn, xəstə məlumatlarını təhlil etmək üçün AI texnologiyalarından istifadə edən bir səhiyyə təşkilatını nəzərdən keçirək. Bu dataya tibbi tarixlər, diaqnozlar və müalicə planları kimi həssas məlumatlar daxil ola bilər. Bu məlumatlar oğurlansa və ya icazəsiz şəxslər tərəfindən əldə olunarsa, bu, iştirak edən xəstələr üçün ciddi nəticələrə səbəb ola bilər. Bu məlumatların qorunması üçün güclü şifrələmədən istifadə etməklə, səhiyyə təşkilatı onların məxfiliyini və təhlükəsizliyini təmin edir. Qurum tərəfindən toplanan məlumatlara hesab nömrələri və əməliyyat tarixçələri kimi şəxsi və maliyyə məlumatları daxil ola bilər. Bu məlumatlar yanlış əllərə keçərsə, şəxsiyyət oğurluğu və ya digər saxtakarlıq fəaliyyətləri baş verər. Bu məlumatları qorumaq üçün şifrələmədən istifadə etməklə maliyyə institutu icazəsiz girişin qarşısını ala və müştərilərinin məlumatlarını təhlükəsiz saxlaya bilər. Bu misalların hər ikisi məlumat təhlükəsizliyinin və şifrələmənin əhəmiyyətini aydınlaşdırır. Süni intellektin imkanlarından təşkilatlar məlumat təhlükəsizliyinə ciddi yanaşmalı və topladıqları həssas məlumatları qorumaq üçün güclü şifrələmə tədbirləri həyata keçirməlidir. Bunun baş verməməsi üçün həm təşkilat, həm də məlumatları oğurlanmış şəxslər ciddi nəticələrlə üzləşə bilər.

Nəticə. Süni intellekt dövründə məxfiliyin qorunması fərdlər və cəmiyyətin üzvləri kimi hamımıza təsir edən bir məsələdir. Həm texnoloji, həm də tənzimləyici həlləri əhatə edən bu problemə çoxşaxəli yanaşmamız çox vacibdir. Mərkəzləşdirilməmiş süni intellekt texnologiyaları təhlükəsiz, şəffaf və əlçatan AI xidmətləri və alqoritmlərini işə salmaqla irəliyə doğru perspektivli yol təklif edir. Bu platformalardan istifadə etməklə biz süni intellekt həllərinin daha çox demokratikləşməsini və əlçatanlığını təşviq etməklə, mərkəzləşdirilmiş sistemlərlə bağlı riskləri azalda bilərik. Eyni zamanda, hökumətlərin və tənzimləyici qurumların süni intellekt texnologiyalarının inkişafı və tətbiqinə nəzarətdə fəal rol oynaması vacibdir. Buraya süni intellektdən məsul və etik istifadəni təmin etməklə yanaşı, fərdi məxfilik hüquqlarını da qoruya bilən qaydaların, standartların və nəzarət orqanlarının yaradılması daxildir. Nəhayət, süni intellekt dövründə məxfiliyin qorunması hökumət, sənaye və vətəndaş cəmiyyətləri arasında qarşılıqlı əməkdaşlıq olmalıdır. Məxfilik və təhlükəsizliyi təmin etmək və həyata keçirmək üçün birlikdə işləməklə, biz süni intellektin faydalarının etik, məsuliyyətli, davamlı və bütün şəxslərin məxfiliyinə və ləyaqətinə hörmət edən tərzdə həyata keçirilməsinə kömək edə bilərik.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Alex Campolo, Madelyn Sanfilippo, Meredith Whittaker & Kate Crawford, ‘AI Now 2017 Report’, AI Now, 2017, available at: https: //ainowinstitule.org/AI_Now_2017_Report.pdf, p3

2. Mustafayeva A.M.Süni intellekt texnologiyalarının inkişaf perspektivləri. Mingəçevir Dövlət Universitetində (MDU) “Davamlı inkişaf strategiyası: qlobal trendlər, milli təcrübələr və yeni hədəflər” adlı Beynəlxalq Elmi Konfrans”, 10-11 dekabr 2021.

3. Toby Walsh, It’s Alive! Artificial Intelligence from the logic piano to killer robots, Latrobe University Press, 2017, p 60.

4. Ruslan Salakhutdinov (Director of AI research at Apple and Associate Professor at Carnegie Mellon University) in Will Knight, ‘The Dark Secret at the Heart of AI’, *MIT Technology Review*, 11 April 2017, available at https://www.technologyreview.com/s/604087/the-dark-secret-at-the-heart-of-ai/

5. Privacy Preservation work done by Data61 and CSIRO at https://www.data61.csiro.au/en/Our-Work/Safety-and-Security/Privacy-Preservation.

6. https://www.researchgate.net/publication/378545816_Artificial_Intelligence_and_Privacy_Examining_the_Risks_and_Potential_Solutions

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL REGIME OF PRODUCTION WELLS THROUGH GRADUAL REGULATION OF GAS EXTRACTION

Ph.D. Mammadova Gulbahar Gulmammad

Azerbaijan State Oil and Industry University,

Research Institute of Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry,

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8621-3968

Ph.D.Abbasova Samira Vaqif

https://orcid.org/0000-0002-4120-8452

ABSTRACT

This article examines the efficiency of determining the optimal placement and technological operating regime of wells that have been put into operation at different stages of gas field development. It explores issues related to improving gas field development strategies and ensuring the efficiency of well placement and operation.

The study analyzes existing approaches to evaluating well efficiency, particularly those developed in recent years, and interprets scientifically and practically significant methods in this field. From the perspective of well placement and operational efficiency, the paper discusses strategies for gas field development, including optimal well positioning, technological regime improvement under complex conditions, and systematic analysis of the resulting operational data to enhance gas field development efficiency.

A key aspect of optimizing the technological regime of gas-producing wells is the gradual regulation of production. This involves monitoring parameters such as gas flow velocity, production rate, forced control of neighboring wells, well monitoring after each adjustment, determining the presence of vapor and liquid phases, and conducting geophysical surveys. The purpose of moisture measurement studies, gas flow rate assessments, and droplet liquid separation is to evaluate well productivity.

The main goal of gradual regulation is to select an optimal operating regime that minimizes or completely prevents premature water breakthrough in wells due to accelerated movement of reservoir water. Using geophysical well surveys (wide-spectrum spectral neutron-gamma logging), the study identifies the productive intervals and water-flow layers in detected “super-collector” wells. Through monitoring studies, gradual regulation, and geophysical well investigations, it becomes possible to maintain or increase production levels optimally while identifying wells requiring geological and technical interventions. One of the methods applied to enhance production is sidetrack drilling. In the horizontal section of the sidetrack, short but wide fractures near reservoir water allow for sufficient gas flow at low depressions while preventing water movement into the wellbore. Conversely, long fractures in the horizontal section, located away from reservoir water, increase gas production rates by covering gas-saturated zones. This method enables a higher ultimate gas recovery factor and reduces the cost of natural gas extraction. Thus, the article analyzes algorithmic and technological solutions for enhancing gas field development efficiency in the early production stages, ensuring effective operation of gas wells under active water and sand manifestations, improving reservoir water isolation technologies, and increasing the efficiency of waterlogged gas wells through sidetrack drilling.

Keywords: gas extraction, optimal regime, well regulation, vapor phase, liquid phase, geophysical survey, horizontal well, hydrodynamic connectivity, sidetrack drilling, stratification.

INTRODUCTION

To optimize the technological regime of gas-producing wells, a "gradual regulation" method has been developed, which involves load balancing within reservoirs, preventing and minimizing water breakthrough, and increasing the selection zone through continuous moisture monitoring. During implementation, key parameters such as water cut, production rate variation, velocity, and the presence (or absence) of additional water are carefully monitored [1,2].

The gradual regulation of production consists of several stages:

1.Baseline measurements of gas flow moisture content, velocity, and production rate at the surface.

2.Selection of wells requiring gradual regulation.

3.Implementation of the "gradual regulation" process.

4.Monitoring of wells after each adjustment, with mandatory control of neighboring wells.

5.Conducting geophysical well studies [6].

1. Baseline Measurement of Surface Moisture, Velocity, and Gas Flow Rate

The vapor phase consists of water gas extracted from the rock pores along with the produced gas under the influence of pressure (depression) drop. This parameter characterizes the thermobaric conditions of the reservoir and serves as an indicator of water breakthrough in the production zone. The proximity of the vapor phase to the production zone determines the water breakthrough risk, which tends to increase over time.

The purpose of humidity measurement studies, gas flow velocity assessment, and droplet liquid separation is to evaluate well productivity.

2. Selection of Wells for Gradual Regulation Based on Operational Well Distribution

Based on baseline studies, each well is evaluated according to:

- Vapor phase content
- Droplet phase extraction intensity
- Type of extracted liquid (formation water, condensate, or technological water)
- Gas velocity and production rate

During the early production stage, the control criterion for liquid infiltration into the gas-bearing interval is a vapor phase concentration of 0.7 g/m³ or higher (measured at the surface). Below this threshold, water breakthrough does not occur.

The classification of operating wells follows these principles:

- If the vapor phase is below 0.7 g/m³, the well operates without additional water production.
- If the vapor phase is 0.7 g/m³ or higher, additional water production may not occur immediately, but the thermobaric conditions indicate the need for gradual regulation to prevent future water breakthrough.

3. Gradual Regulation of Well Operation

The goal of gradual regulation is to select an optimal operating regime that minimizes or eliminates premature water breakthrough caused by accelerated movement of formation water. This is achieved by discretely adjusting the production load on the reservoir.

The level of discretization depends on reservoir characteristics and typically ranges from 5–30% of the winter production rate. During the summer production regime, gradual regulation is performed in 3–4 stages, with mandatory monitoring of vapor phase, velocity, and gas flow rate, as well as droplet water removal after each stage.

4. Post-Regulation Well Monitoring with Mandatory Control of Neighboring Wells

Following gradual regulation, monitoring studies help identify wells where:

- Water breakthrough has been stopped due to increased gas pressure in the selection zone.
- "Super-collector" wells are detected, requiring a unique technological regime to prevent additional water inflow.
- Wells experiencing intensive water production from additional layers or condensate water need further step-by-step regulation, external intervention, or additional geological-technical measures.

5. Conducting Geophysical Well Surveys [4,5]

Geophysical studies, such as wide-spectrum spectral neutron-gamma logging, help determine:

- Productive intervals in wells identified as "super-collectors."
- Water-flow layers and their characteristics.

The results of these investigations play a crucial role in optimizing production efficiency and selecting appropriate corrective actions to extend well productivity.

Using geophysical well surveys (GWS) - specifically wide-spectrum spectral neutron gamma logging - it is possible to determine the intervals of productive layers and water-flow zones in wells identified as "super-collectors."

Based on monitoring studies, gradual regulation, and GWS results, a portion of the well stock that requires external intervention for further geological and technical measures is identified. This enables either maintaining or increasing production at an optimal level.

One of these measures involves justifying the design of a horizontal well drilled in a multi-layered gas reservoir. By reducing reservoir pressure depression, the structural integrity of the rock matrix is preserved, preventing reservoir collapse.

In the horizontal section of the lateral well, using short but wide fractures near formation water zones allows for substantial gas flow at low depressions, while also preventing water migration into the wellbore. Conversely, using long fractures at a greater distance from formation water zones enables higher gas flow rates, as these fractures encompass a larger gas-saturated region [7,8].

The application of this method increases the final gas recovery factor while also reducing the cost of natural gas extraction. Therefore, the horizontal drilling of the reservoir body must be justified based on the systematic development of each productive interval. To effectively drain the entire productive section, all gas-saturated layers should be accessed through the horizontal wellbore.

When the reservoir is drilled at a zenith angle, individual layers (sub-layers) deplete at different rates due to significant differences in their permeability.

Over time, as a result of large-scale interaction between high- and low-permeability layers, the intensity of gas migration from high- to low-permeability layers increases. Calculations based on real reservoir examples show that, depending on gas reserves and vertical permeability, low-permeability layers become actively developed after approximately 5–18 years.

Figure 1 illustrates how pressure differences evolve during the production process in heterogeneous layers, depending on gas reserves. These dependencies have been established for reservoirs with identical gas reserves but different permeability levels.

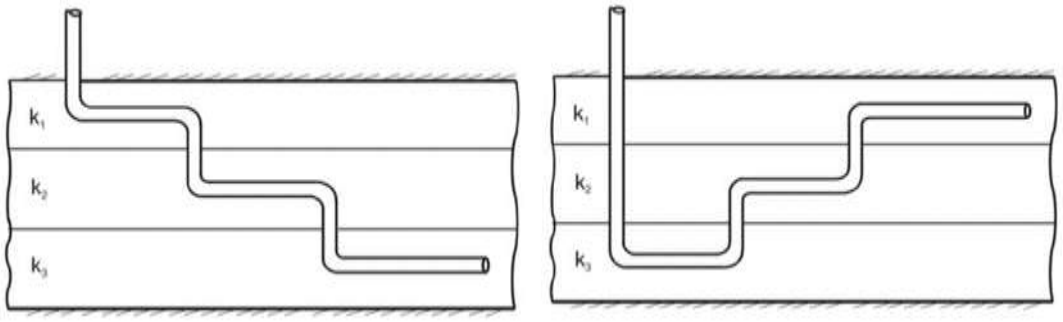


Figure 1. Schematics of heterogeneous layers opened with a step-profile horizontal wellbore

a – downward stepwise profile; b – upward stepwise profile

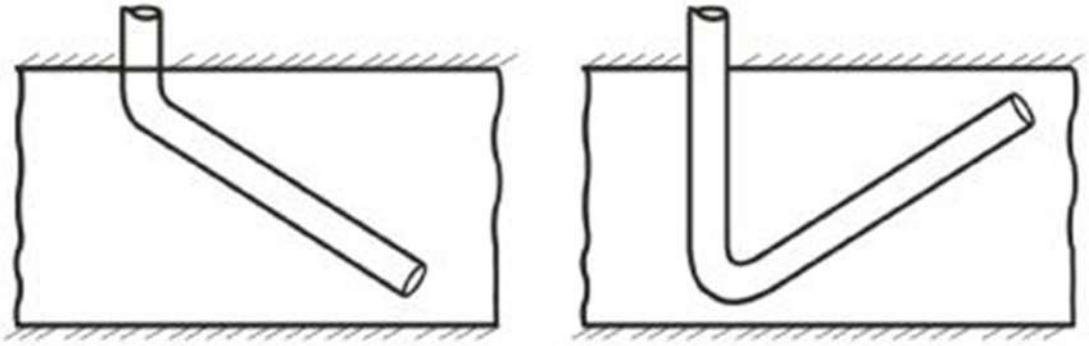


Figure 2. Schematics of homogeneous layers opened with a step-profile horizontal wellbore

a – downward at a uniform zenith angle; b – upward at a uniform zenith angle

Thus, when developing heterogeneous productive layers using horizontal wells, it is essential to minimize pressure loss in the horizontal section of the wellbore. This requires the well trajectory to be either stepwise downward or gradually upward. Reducing pressure loss is directly related to the sequential drilling of high- and low-permeability layers.

To ensure consistent drainage of productive layers that lack hydrodynamic connectivity, they must be opened in proportion to their filtration-capacity properties [9,10].

The gas reserves in each layer can be calculated using the formula:

$$Q_q = \alpha m_i h_i \tag{1}$$

where

$$\alpha = FS \frac{P_l T_{st}}{Z_l T_l P_{at}} \tag{2}$$

The value of L can be considered approximately constant for all layers provided that variations in thermobaric parameters across the depth of the layers are insignificant.

When layers are drilled at the same zenith angle, their depletion rates will differ. To ensure uniform depletion of layers with different reserves and permeability, the opening length must be determined using:

$$L_i = \frac{Q_{res.i}}{Q_{res.hig.p}} \cdot \frac{k_{hig.p}}{k_i} \cdot L_{hig.p} \quad (3)$$

where:

L_i and $L_{hig.p}$ are the horizontal wellbore lengths in the i-th and the highest-permeability layer, respectively;

$Q_{res.i}$ and $Q_{res.hig.p}$ are the gas reserves in the i-th and the highest-permeability layer, respectively;

k_i and $k_{hig.p}$ are the permeability values of the i-th and the highest-permeability layer, respectively.

In real wells, formation pressure depression typically ranges between 4 MPa and 7 MPa. Additionally, layers with porosity between 0% and 6% are considered to lack hydrodynamic connectivity.

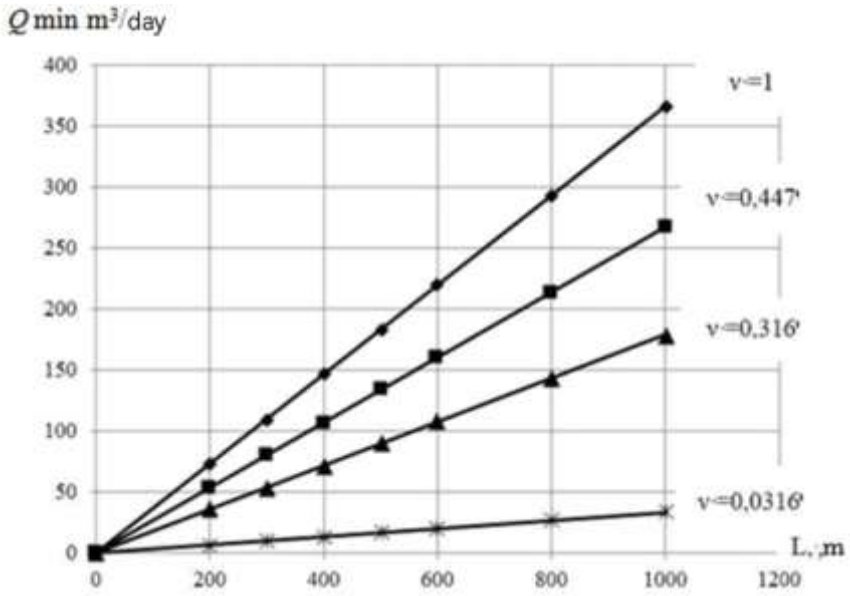


Figure 3. Dependence of a horizontal well's flow rate on its length and anisotropy coefficient at 7 MPa depression

As shown in Figure 3, when the horizontal section length increases from 200 m to 400 m, the well's flow rate increases by approximately 50%, and when extended to 500 m, it increases by 60%.

However, when the anisotropy coefficient decreases from 1 to 0.316, the flow rate of the horizontal well decreases by approximately 40-45% under otherwise equal conditions.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Based on scientific-analytical analysis and generalizations, this study evaluates existing scientific and experimental findings that enhance the efficiency of gas field development. It systematizes methods and tools for the effective recovery of gas reserves in fields with various physical and geological characteristics, including:

1.Scientific and conceptual analysis of well placement strategies, emphasizing field-wide well distribution using mathematical models for optimal reservoir management.

2.Algorithmic and technological solutions for:

- Enhancing efficiency during the initial development phase of a gas field.
- Optimizing well operation under active water and sand influx conditions.
- Improving water isolation technologies to prevent reservoir water encroachment.
- Increasing production efficiency in watered-out gas wells by drilling sidetracks.

The systematic analysis and findings presented in this study provide practical insights that enable effective operational approaches to enhance the efficiency of gas field development.

REFERENCES

1.Mirzajanzade A.Kh., Iskenderov M.A., Abdullayev M.A., et al. Exploitation and Development of Oil and Gas Fields. Baku, 1960, 445 p.

2.Blech R.D. Calculation of the Efficiency of Implementing Formation Water Inflow Isolation Technology in Gas Wells. Scientific Forum. Siberia, 2018, Vol. 4, № 2, pp. 43-44.

3.Zakirov S.N. Analysis of the Problem "Well Spacing Density – Oil Recovery." Moscow: "Graal," 2012, 314 p.

4.Kustyshev D.A., Nikiforov V.N., Chizhov I.V., et al. Restoration of Watered-Out Gas Wells by Drilling a Sidetrack. Proceedings of Higher Educational Institutions. Oil and Gas, № 3, 2010, pp. 48-51.

5.Tolmachev D.V. Determination of Gas Well Operating Modes in the Presence of Liquid in the Wellbore. Oilfield Engineering, 2007, № 3, pp. 46-49.

6.Shapchenko M.M., Shapchenko T.A., Dorofeev A.A., et al. Step-by-Step Regulation of Gas Production to Optimize the Technological Regime of Producing Wells in Cenomanian Reservoirs. Oilfield Engineering, № 11, 2014, pp. 16-19.

7.Mammadova G.G. Determination of Well Precise Debit Equation in the Great Thick Layers. Khoja Akhmet Yassawi 4th International Conference on Scientific Research, February 12-13, 2022, Ankara, Turkey, pp. 811-815.

8.Mammadova G.G. Measures on the Liquidation of a Column of Liquid Collected in Gas-Condensate Wells During Operation. 69th International Youth Scientific Conference (April 14-16, 2015) "Oil and Gas-2015," Russian State University of Oil and Gas I.M. Gubkin, Moscow, 2015, pp. 92-94.

9.Mammadova G.G., Abbasova S.V. Ensuring Efficient Operation of Gas Wells Under Active Water and Sand Manifestations. 8th International ICONTECH CONGRESS on Innovative Surveys in Positive Sciences, March 16-18, 2024, Azerbaijan Cooperation University, Baku, Azerbaijan, pp. 216-222.

10.Abbasova S.V. Calculation of the Natural and Technological Characteristics of Non-Newtonian Oil Reservoirs During Their Development with Horizontal Wells. Azerbaijan Engineering Academy Bulletin, Vol. 16, №1, 2024, pp. 87-93. DOI: 10.52171/2076-0515_2024_16_01_87_93.

MONITORING THE INFLUENCE OF FOLIAR CALCIUM AMPLIFIERS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF 'DORA' PEPPER

Prof. Dr. Marina Todor STOJANOVA

University of Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Agricultural Sciences and Food, Department of Agrochemistry, Skopje, North Macedonia

Acad. Prof. Dr. Dragutin A. DJUKIC

University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cacak, Serbia

Dr. Monika STOJANOVA

Association for Scientific-research, Educational and Cultural Activities "Open Science", North Macedonia

Prof. Dr. Blazo LALEVIC

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade, Serbia

ABSTRACT

This research used calcium amplifiers of soil properties, which have a natural origin and are ecological products. They can also be used for plant foliar nutrition due to the presence of a high content of calcium and magnesium. This research aimed to determine their influence on the chemical composition of sweet peppers. The material for the work was the sweet pepper variety 'Dora' which is recognized for their high yield, and fruit quality.

In the Strumica region, North Macedonia, the field crop experiment was set in the protected spaces of 300 m^2. The experimental design was employed with two pepper varieties (first factor) and three types of fertilization (second factor), along with untreated control. The variants in the experiment were: 1. Control (untreated); 2. Zeofit forte (SiO_2 15%, CaO 35%, MgO 7%, P_2O_5 0.04%, K_2O 0.63%, MnO 0.043%, Fe_2O_3 4.70%) – 3 g/L; 3. Zeofit forte (SiO_2 15%, CaO 35%, MgO 7%, P_2O_5 0.04%, K_2O 0.63%, MnO 0.043%, Fe_2O_3 4.70%) – 5 g/L; 4. Zeofit plus (SiO_2 25%, CaO 21%; MgO 13%; K_2O 1.1%; Fe_2O_3 2.0%) – 3 g/L; 5. Zeofit plus (SiO_2 25%, CaO 21%; MgO 13%; K 1.1%; Fe_2O_3 2.0%) – 3 g/L.

Each variant was treated with tasted foliar fertilizer in concentrations of 3 g/L and 5 g/L solution. Foliar fertilization had a positive influence on the content of the examined parameters in pepper fruits. In all variants, the analyzed parameters gave better results compared to the untreated control variant. The highest ($p<0.05$) content of dry matter (14.80%), the highest content of mineral matter (0.90%), and the highest content of vitamin C (122.20 mg/100g) were determined in the pepper fruits in variant 2. The highest ($p<0.05$) average content of nitrogen (1.37%), phosphorus (0.62%), potassium (2.25%) and calcium (1.50%) was determined in the pepper fruits in the variant 2. The highest ($p<0.05$) content of magnesium (0.38%) was determined in the pepper fruits in the variant 4.

Keywords: fertilization, sustainable plant nutrition, higher quality, calcium amplifiers.

INTRODUCTION

The purpose of the nutrition of garden plants is to provide the optimal amount of nutrients for the plants during the entire vegetation. Each horticultural crop for growth and development has different requirements in terms of quantities and ratios of nutrient elements, which in turn depend on the type, variety, cultivation system, planned yields, soil, and other growing conditions. The lack of nutrients in the soil affects the reduction of the growth and development of plants, and with chemical analysis of the leaves, and in some cases also with visual observation, it is possible to ascertain which element is deficient. Thus, the yellowing of leaves is most often a symptom of nitrogen deficiency, and reduced

flowering is correlated with phosphorus deficiency. Therefore, it is important to properly implement fertilization and timely record the lack of certain elements (Stojanova, 2022).

With multi-year use of the soil in horticultural production, there is a large consumption of nutrients and soil impoverishment, because vegetables in the short vegetation period develop a lot of green mass and fruit-bearing, and root vegetables also develop underground mass. Therefore, through the application of different types of fertilizers, sufficient nutrients should be provided for the smooth growth and development of these crops.

Only a properly nourished crop can realize its genetic potential and the expected yield (Stojanova, 2022). Fertilization affects the height and quality of yield by changing the quantities, dynamics, and ratios of nutrients available to plants, either in the rhizosphere by introducing fertilizers into the soil, or directly in the aerial parts of the plant through foliar application.

Fertilizers provide nutrients to plants through the natural decomposition of organic matter, which promotes the growth of beneficial microorganisms in the soil. The microorganisms in turn enhance the availability of nutrients to the plants, improve soil structure and water-holding capacity, and stimulate root growth and plant metabolism (Mihalache et al., 2015). This increased plant growth and metabolism can lead to higher levels of bioactive compounds, such as carotenoids, flavonoids, and phenolic acids, in the fruits. In addition, some organic and biological fertilizers can also stimulate the production of plant hormones and enzymes, which can further enhance the accumulation of bioactive compounds in the fruits (Song et al., 2020).

Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) is a widely cultivated vegetable crop belonging to the *Solanaceae* family, which also includes tomato, potato, and eggplant. These species are typically grown as annuals and can be cultivated in a wide range of climates and soil types. Pepper is a good source of vitamins A, C, E, B1, and B2, potassium, phosphorus, and calcium. Moreover, it is one of the valuable medicinal plants in pharmaceutical industries because of its high amounts of antioxidants, capsaicin, and capsantin as the main active substances (Hassanin et al., 2021).

Pepper has been part of the human diet for centuries and its positive effects on human health are widely known. Among the different types of vegetables, pepper is extremely rich in capsaicinoids, carotenoids, tocopherols, provitamin A, ascorbic acid, and various antioxidants. Sweet pepper is more fibrous and is a source of various fibers that can help lower blood cholesterol and regulate diabetes (Mateljan, 2018). Pepper fruits also contain a large number of phenols and flavonoids, which also help during stressful conditions. It has been shown that the amount of phenol and vitamin C corresponds to the antioxidant status of the plant, which means that both are important in the defense mechanisms against oxidative stress (Riga, 2005; Caruso et al., 2018). Pepper fruits that reach full technological ripeness have the highest vitamin C content, and they contain 4-5 times more vitamin C than lemons (Jurišić, 2009).

Sweet pepper is a warm-season crop that is grown in many parts of the world, and it is valued for its culinary and nutritional qualities. There are numerous varieties of sweet peppers, with different colors, shapes, sizes, and flavors (Stoleru et al., 2023).

It is a vegetable with low energy value and low index and glycemic load. It is one of the vegetables characterized by high health-promoting compounds, carotenoids (especially beta-carotene, carotene, and lutein); phenolic compounds. It is also a good source of folic acid, minerals (potassium, manganese, iron, and magnesium), and dietary fiber (Ropelewska et al., 2023).

Nowadays, the best-integrated fertilization management which includes inorganic, organic, and bio-fertilization; plays crucial roles in this respect. Therefore, the absence of a fertilization program for pepper production under protected space conditions remains a limiting factor, needs more research to develop an appropriate fertilization program that satisfies the requirements to achieve the highest yield with the best quality of pepper plants grown under plastic house environments (Omar et al., 2018).

This research aimed to determine the impact of soil and foliar fertilizing on the chemical composition of fruit peppers grown in protected spaces in the Strumica region, North Macedonia.

MATERIALS AND METHODS

In the Strumica region, North Macedonia, the field crop experiment was set in the protected spaces of 300 m^2. The experiment was set in 18 rows. Five variants and three repetitions were included. The seedling was planted in rows with row by row distance of 60 cm, and between plants, 40 cm. The experiment was set in conditions of irrigation. During the vegetation period of peppers, basic agro-technical measures were applied. Before the planting took place, soil fertilization with mineral fertilizer NPK 6-10-30 + 2% MgO in the amount of 12 kg in the hall with an area of 300 m^2 was applied. The variants in the experiment were:

1. Control (untreated);
2. Zeofit forte (SiO_2 15%, CaO 35%, MgO 7%, P_2O_5 0.04%, K_2O 0.63%, MnO 0.043%, Fe_2O_3 4.70%) – 3 g/L;
3. Zeofit forte (SiO_2 15%, CaO 35%, MgO 7%, P_2O_5 0.04%, K_2O 0.63%, MnO 0.043%, Fe_2O_3 4.70%) – 5 g/L;
4. Zeofit plus (SiO_2 25%, CaO 21%; MgO 13%; K_2O 1.1%; Fe_2O_3 2.0%) – 3 g/L;
5. Zeofit plus (SiO_2 25%, CaO 21%; MgO 13%; K 1.1%; Fe_2O_3 2.0%) – 5 g/L.

In each variant and repetition, 50 plants were involved, and for the entire experiment, 750 plants were involved per cultivar. Each variant was treated with tasted foliar fertilizer in concentrations of 3 g/L and 5 g/L solution. The application of fertilizers was done with a hand sprayer, by spraying the leaves.

Calcium growth enhancers were applied foliar three times during the vegetation. The first treatment was carried out immediately after fertilization and the formation of the first fruits, and then two more times at a distance of 7 days. Zeofit forte and Zeofit plus are amplifiers of soil properties that have a natural origin and are completely ecological. They can also be successfully used for plant foliar nutrition due to the presence of a high content of calcium and magnesium. It stimulates the flowering of plants and increases immunity and yield.

The material for the work was the sweet pepper variety ‘Dora’ which is recognized for its high yield, and fruit quality.

‘Dora’ is a medium-early variety, with very long and large fruits that are light yellow in technological maturity and bright red in botanical maturity, fleshy, flattened on both sides, so it is very easy to thermally process. It can be used for fresh use and all types of processing. Under favorable growing conditions, it yields around 50 t/ha (Lazič et al., 2001).

The harvest was done when the peppers were 18 cm long, separated into varieties, variants, and repetitions. During the vegetation, five harvests were done. Fruits were collected and measured for their size-type classification.

To determine soil fertility, soil samples were taken before setting up the experiment at a depth of 0–20 cm and 20–40 cm (Stojanova, 2019). In laboratory conditions, the soil samples were brought to an air-dry state and prepared for agrochemical analysis in which the following parameters were determined:

- pH value – determined potentiometric with pH-meter (Stojanova, 2017);
- content of easily available nitrogen – determined by the method of Tjurin and Kononova (Stojanova, 2017);
- content of easily available phosphorus – determined by AL method and reading of spectrophotometer (Stojanova, 2017);
- content of easily available potassium – determined by AL method and reading of spectrophotometer (Stojanova, 2017);
- content of humus – determined by the permanganese method of Kotzman (Stojanova, 2017);
- content of carbonates – determined with Schaiblerov Calcimeter (Stojanova, 2017);

During the last harvest, fruits were taken separately by variants The samples for chemical analysis were prepared from 10 pepper fruits from each repetition.

For this purpose, the fruits were finely chopped and dried to an air-dry state at a temperature of 60 °C, and then ground in an electric mill to make a powder (Stojanova, 2019).

The following parameters were performed:

- content of total moisture – by determining the content of free water (by drying the material at room temperature) and hygroscopic moisture by drying the material at a temperature of 105 °C to a constant weight (Sarić et al., 1989; Stojanova, 2017);
- total dry matter – determined by calculating when the percentage of total moisture is subtracted from 100 (Sarić et al., 1989; Stojanova, 2017);
- content of mineral substances (ash) – determined by burning the material in a muffle furnace at a temperature of 500 °C (Stojanova, 2017);
- content of organic matter – determined by calculation when the percentage of ash is subtracted from 100 (Stojanova, 2017);
- vitamin C content – determined by the Muri method (Stojanova, 2017);
- content of nitrogen (N) – determined using the Kjeldal method (Stojanova, 2017);
- content of phosphorus (P_2O_5) – determined using atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP - AEC) (Stojanova, 2017);
- content of potassium (K_2O) – determined by incineration of the material with concentrated H_2SO_4 and flame-photometer (Stojanova, 2017);
- content of calcium (Ca), and magnesium (Mg) – determined using atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP - AEC) (Sarić et al., 1989).

The obtained results were statistically processed using the software package SPSS 20. To determine the statistically significant differences of the obtained values ANOVA test *post hoc* Tukey's test ($p<0.05$) was performed.

RESULTS AND DISCUSSION

Soil is the basis for plant growth, and the soil-plant system is the basic structural unit of the biosphere, which provides strong productivity for human beings. Soil is often limited by a low level of available nutrients, so fertilization is often necessary to replenish them (Yu et al., 2023).

Pepper thrives best on humus-rich, loose soil with a pH between 6.0 and 6.8. The soil for planting must be prepared in autumn by plowing, and before planting the soil must be shredded and fertilized. For this purpose, it is necessary to conduct a soil analysis to determine the composition of nutrients and choose the type of fertilizer (Matotan, 2002).

Pepper that is grown in protected spaces has a greater need for nutrients, and in particular requires a greater amount of potassium (Lazić et al., 2001; Salama and Zake, 2000). Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) is a plant with a long growing period and requires good quality soil or substrate and adequate light, temperature, and water (Sobczak et al., 2020). In a short time, the pepper creates a massive vegetative mass, but there is a less developed root system. Therefore, it is necessary to grow on good fertile soils (Shafeek et al., 2014). Light is an important environmental factor with a significant role in plant life processes. Plants use light as a source of energy for photosynthesis as well as for growth and development processes. There is a strong correlation between light availability and plant productivity. Insufficient light supplied to the plants can reduce the size and quality of the yield (Liu et al., 2011).

Deep, lighter soils, rich in organic matter, and warm structural soils with good water and air capacity are favorable for growing peppers. Good soil permeability is very important for peppers because they

are not tolerant of water stagnation. Slightly acidic to neutral soil with a pH value of 6–7 is favorable for pepper (Stojanova, 2022).

Table 1. Agrochemical soil analysis

Order No.	Sweet pepper	Depth cm	pH		Available form (mg/100 g soil)			$CaCO_3$ %
			H_2O	KCl	N	P_2O_5	K_2O	
1	'Dora'	0-20	7.20	6.75	8.90	18.70	22.70	/
2		20-40	7.25	6.80	9.10	15.30	19.20	/
Average			**7.22**	**6.75**	**9.04**	**17.00**	**20.95**	**/**

From the data in Table 1, it can be noticed that the soil on which the experiment was set, has a neutral pH, good fertility with nitrogen and potassium, and medium fertility with available phosphorus. There is no presence of carbonates.

Table 2. Chemical content of peppers fruits of variety 'Dora' (% of dry matter)

Variant	n	Total moisture (%)	Total dry matter (%)	Content of organic matter (%)	Content of mineral matter (%)	Vitamin C (mg/100g)
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
1	10	90.30 ± 0.05^{a}	9.70 ± 0.09^{a}	99.40 ± 0.01^{a}	0.60 ± 0.07^{a}	103.50 ± 0.09^{a}
2	10	85.20 ± 0.08^{b}	14.80 ± 0.01^{b}	99.10 ± 0.10^{a}	0.90 ± 0.13^{b}	122.20 ± 0.02^{b}
3	10	87.00 ± 0.01^{c}	13.00 ± 0.06^{c}	99.37 ± 0.10^{a}	0.63 ± 0.11^{a}	105.10 ± 0.05^{a}
4	10	90.20 ± 0.12^{a}	9.80 ± 0.03^{d}	99.25 ± 0.18^{a}	0.75 ± 0.10^{a}	115.00 ± 0.02^{c}
5	10	89.70 ± 0.12^{a}	10.30 ± 0.09^{e}	99.20 ± 0.05^{a}	0.80 ± 0.01^{c}	120.00 ± 0.02^{b}

$^{a, b, c, d, e}$ – values for the same parameter of the different variants marked with different letters have statistically significant differences ($p<0.05$), ANOVA, *post hoc* Tukey's test.

From the data in Table 2, it can be concluded that foliar fertilization had a positive influence on the content of the examined parameters in pepper fruits. In all variants, the analyzed parameters gave better results compared to the untreated control variant.

The highest ($p<0.05$) content of dry matter (14.80%), the highest content of mineral matter (0.90%), and the highest content of vitamin C (122.20 mg/100g) were determined in the pepper fruits in variant 2.

The content of total moisture is in correlation with the dry matter content and it is the highest in the control variant (90.30%). The content of organic matter (99.40%) was highest ($p<0.05$) in the control variant.

According to the amount of vitamin C (ascorbic acid) contained in its fruits, sweet pepper surpasses all vegetables. Its fruits contain from 50 to 270 mg of vitamin C per 100 g of dry weight at technical maturity, and from 170 to 450 mg at biological maturity. Sweet pepper fruits contain 12.6 mg % of carotene (provitamin A). They accumulate a significant amount of rutin (vitamin P) and group B vitamins (thiamin, riboflavin, folic acid) (Amanturdiev et al., 2023).

According to Gajc-Wolska et al. (2018), the quality of pepper fruits is defined mainly by the concentrations of vitamin C and carotenoids, the former being a particularly valuable nutrient due to its diverse biological activity in the human body. Kim et al. (2011) found the concentrations of capsanthin and vitamin C in pepper fruits as highly correlated with the pepper's antioxidant activity.

Generally, *Solanaceous* vegetables require large quantities of macro-nutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), Calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulphur (S) for better growth, fruit, and seed yield. These nutrients have specialized functions and should be supplied to the plant at the right time and in the right quantity. Pepper like other crops, produces well when it is adequately supplied with the essential nutrients through fertilization (Egbe et al., 2023).

Table 3. Macroelements composition of peppers fruits variety 'Dora' (% of dry matter)

Variant	n	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
1	10	1.22 ± 0.01^{a}	0.43 ± 0.10^{a}	1.95 ± 0.06^{a}	1.25 ± 0.03^{a}	0.29 ± 0.19^{a}
2	10	1.37 ± 0.06^{b}	0.62 ± 0.13^{b}	2.25 ± 0.11^{b}	1.50 ± 0.01^{a}	0.35 ± 0.05^{b}
3	10	1.28 ± 0.05^{c}	0.49 ± 0.21^{a}	2.07 ± 0.11^{c}	1.33 ± 0.05^{c}	0.32 ± 0.04^{b}
4	10	1.32 ± 0.05^{d}	0.47 ± 0.09^{a}	2.15 ± 0.19^{d}	1.32 ± 0.09^{c}	0.38 ± 0.01^{c}
5	10	1.29 ± 0.09^{e}	0.53 ± 0.03^{c}	2.19 ± 0.07^{d}	1.42 ± 0.18^{d}	0.32 ± 0.10^{b}

$^{a, b, c, d, e}$ – values for the same parameter of the different variants marked with different letters have statistically significant differences ($p<0.05$), ANOVA, *post hoc* Tukey's test.

The highest average content of nitrogen (1.37%), phosphorus (0.62%), potassium (2.25%) and calcium (1.50%) was determined in the pepper fruits in the variant 2. The highest ($p<0.05$) content of magnesium (0.38%) was determined in the pepper fruits in the variant 4.

The positive effect of the used foliar fertilizers on the chemical content of peppers is the result of their chemical composition. Zeofit Forte and Zeofit Plus contain two important macrobiogenic elements (in different concentrations), calcium and magnesium, which are essential in pepper nutrition. The presence of calcium in almost every cell organelle and cytoplasm indicates its great indirect or direct importance for the development of metabolic and physiological processes. It affects the physical and chemical properties of protoplasm, the stability of cell membranes, and the activity of enzymes. It has a significant role in the structure and pH value of the soil. It affects the creation of a better structure and membranes of cells, then the functioning of the nucleus and chromatin in the protoplasm of cells. Regulates the amount of oxalates in the cytoplasm and cell wall. With a lack of calcium, the leaves are wrinkled, and the ends are bent upwards. In certain places, necrotic tissues appear, the leaf dies, and the plants lag in growth. On fruit peppers, rot occurs on the tips of the fruit. The reason for these phenomena is the lack of calcium for the formation of cell wall membranes (Stojanova, 2022).

Magnesium as a biogenic element enters into the composition of chlorophyll, thereby participating in photosynthesis, biosynthesis of proteins, metabolism of nucleic acids, water regime of plants, growth and development, and quality and quantity of yields. Its presence affects greater adsorption of phosphorus and transfer of carbohydrates from the leaves to all parts of the plant (Stojanova, 2022). It has a significant role in the synthesis of proteins and the formation of the cell structure in the plant. Together with nitrogen, it has an impact on the development of the vegetative mass (Ankele et al., 2007). It prevents excessive utilization of the ammonia component in plants. It increases the mobility in utilizing the nutrient components in the plant. With increased magnesium deficiency in the plant, the content of calcium and zinc ions also decreases, and the concentration of manganese and iron increases (Guo et al., 2014).

In the study of Stoleru et al. (2023) three types of fertilization were tested: chemical, organic and biological. The type of fertilizer used has a significant impact on the production, proximate analysis, phytochemical composition, and mineral content of sweet peppers. Organic and biological fertilizers had a more pronounced effect on the nutritional quality of the sweet peppers than chemical fertilizers. In the variant with organic fertilizer, the content of macroelements in sweet peppers fruits were: 214.70 K (mg·100 g^{-1} f.w.), 16.22 Ca (mg·100 g^{-1} f.w.), 13.33 P (mg·100 g^{-1} f.w.) and 13.47 (mg·100 g^{-1} f.w.). Moreover, according to the results of this study, different treatments can be used to enhance the mineral content of sweet peppers, which could have essential implications for the nutritional value of these crops.

In the research of Yu et al. (2023) an orthogonal experiment $L_{16}4^5$ (5 factors,4 levels, a total of 16 treatments) was used to design and analyze the effects of the combined action of four fertilizers and Pb^{2+}on the Pb absorption of PLI. The five factors were N, P_2O_5, K_2O, sheep manure, and Pb^{2+}. The four levels are blank, low, medium, and high. The experiment is done by adding fertilizers and compounds to the soil. The five influencing factors in the experiment were added to the soil in the form of fertilizers and compounds. The effect order of fertilization on fruit weight of PLI was P_2O_5 > sheep manure > N>K_2O>Pb^{2+}; The horizontal combination of factors that promoted PLI fruit weight to reach the maximum value were N (0.15 g·kg^{-1}), P_2O_5 (0.225 g·kg^{-1}), K_2O (0.15 g·kg^{-1}), sheep manure (9 g·kg^{-1}), Pb^{2+} (100 mg·kg- 1).

In the study of Ropelewska et al. (2023), the correlations between chemical properties and image textures from different color channels of red and yellow peppers untreated and treated with natural fertilizers were determined. In the case of red pepper Sprinter F1, statistically significant correlation coefficients were found between carotene, carotene, total carotenoids, and total sugars with selected image texture parameters. Yellow pepper 'Devito F1', as well as a combined dataset for both cultivars were characterized by the correlations between total carotenoids and total sugars with selected textures.

Based on the research by Egbe et al. (2023) pepper cultivar *Capsicum frutescens* contents 2.39% N, 0.42% P, 3.06% K, 0.22% Mg, 0.17% Ca.

According to Gajc-Wolska et al. (2018) with using Nano active treatment the concentrations of macroelements in sweet peppers were 6.59 mg 100 g^{-1} N, 18.83 mg 100 g^{-1} P, 211.08 mg 100 g^{-1} K, 12.30 mg 100 g^{-1} Ca.

CONCLUSION

Based on the obtained results for the influence of foliar fertilizing with calcium amplifiers on the chemical composition of pepper fruits 'Dora' grown in protected spaces, it can be concluded that in all variants treated with foliar fertilizers, higher content of the tested elements has been determined compared to the control variant. A higher content of the examined parameters was achieved in the variant 2: Zeofit forte (SiO_2 15%, CaO 35%, MgO 7%, P_2O_5 0.04%, K_2O 0.63%, MnO 0.043%, Fe_2O_3 4.70%), by applying a lower concentration (3 g/L). Both amplifiers have a natural origin and are completely ecological, which is why they are recommended for successful application in horticultural production.

REFERENCES

Amanturdiev, I., Yazdonov, U., Lukova, I., Dzhurakulov, H., Shamsiev, A. (2023). The effect of fertilizer rate on the growth, development and yield of sweet pepper in protected areas. E3S Web of Conferences 462, 02012. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346202012

Ankele, E., Kindgren, P., Pesquet, E., Strand, A. (2007). In vivo visualization of Mg Protoporphyrin IX, a coordinator of photosynthetic gene expression in the nucleus and the chloroplast. Plant Cell. 19: 1964-1979.

Caruso, G., Stoleru, V., Munteanu, N., Sellitto, V.M., Teliban, G.C., Burducea, M., et al. (2018). Quality performances of sweet pepper under farming management. Not Bot Horti Agrobo., 47, 458–464. doi: 10.15835/nbha47111351.

Egbe, A.E., Soupi, M.S.N., Nkede, F., Ndogho, A.P. (2023). Growth, Yield and Yield Characteristics of Three Pepper Cultivars to Fertilizers Application in the Mount Cameroon Region. Journal of Agricultural Chemistry and Environment, 12, 188-205. https://doi.org/10.4236/jacen.2023.122015.

Gajc-Wolska, J., Mazur, K., Niedzińska, M., Kowalczyk, K., Żołnierczyk, P. (2018). The influence of foliar fertilizers on the quality and yield of sweet pepper (Capsicum annuum L.). Folia Horticulturae 30 (2), 183-190 DOI: 10.2478/fhort-2018-0008

Guo, W., Cong, Y., Hussain, N., Wang, Y., Liu, Z., Jiang, L., Liang, Z., Chen, K. (2014). The remodeling of seedling development in response to long-term magnesium toxicity and regulation by ABA-DELLA signaling in Arabidopsis. Plant Cell Physiology. 55(10), 1713-1726.

Islam, A.T., Hassanin, A., Bardisi, D., Nawar, A.S., Zyada, H.G. (2021). Growth and productivity of sweet pepper as influenced by nitrogen fertilization sources and foliar spray with some growth stimulants under houses conditions. Plant Production Science. Zagazig J. Agric. Res., 48(4).

Jurišić, M. (2009). AgBase – Plant Breeding Handbook, II. Technology (agrotechnics) of important vegetable crops, MAŠVG, VIP project number VII-5- 16/07, Zagreb.

Kim, J.S., Ahn, J., Lee, S.J., Moon, B.K., Ha, T.Y., Kim, S. (2011). Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (Capsicum annuum L., var. special) cultivated in Korea. J. Food Sci. 76, 193 198.

Lazič, B. et al. (2001). Vegetable from protected space, Belgrade.

Liu, X.Y., Chang, T.T., Guo, S.R., Xu, Z.G., Li, J. (2011). Effect of different light quality of LED on growth and photosynthetic character in cherry tomato seedling. Acta Horticulturae, 907, 325–330.

Matotan, Z. (2002). Paprika production, Croatian cooperative association, Zagreb.

Mateljan, G. (2018). The World's Healthiest Foods. USA: The George Mateljan foundation.

Mihalache, G., Zamfirache, M.M., Mihasan, M., Ivanov, I., Stefan, M., Raus, L. (2015). Phosphate-solubilizing bacteria associated with runner bean rhizosphere. Arch boil sci, 67, 793–800. doi: 10.2298/ABS141003038M.

Omar, E.S., Gabal, A.A., Alkharpotly, A., Radwan, F.I., Abido, A.I.A. (2018). Effect of Mineral, Organic and Bio-fertilization on Sweet Pepper (Capsicum annum L.) Grown Under Plastic Houses Conditions. J. Adv. Agric. Res. (Fac. Agric. Saba Basha), 23(3).

Ropelewska, E., Szwejda-Grzybowska, J. (2023). The Estimation of Chemical Properties of Pepper Treated with Natural Fertilizers Based on Image Texture Parameters. Foods, 12, 2123. https://doi.org/10.3390/ foods12112123

Riga, P., Anza, M., Garbisu, C. (2005). Suitability of the antioxidative system as marker of magnesium deficiency in *Capsicum annuum* L. plants under controlled conditions. Plant Growth Regulations. 46, 51–59.

Salama, G.M., Zake, M.H. (2000). Fertilization with manures and their influence on sweet pepper of plastic-houses, Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 38(2), 1075-1085.

Sarić, M., Stanković, Z., Krstić, B. (1989). Plant physiology, Science book, Novi Sad, Serbia.

Shafeek, M.R., Helmy, Y.I., Awatef, G. Beheiry, Fatma A.R., Nadia, M.O. (2014). Foliar Application of Some Plant Nutritive Compounds on Growth, Yield and Fruit Quality of Hot Pepper Plants (*Capsicum annum*, L.) Grown Under Plastic House Conditions. Current Science International, 3(1), 1-6.

Sobczak, A., Kowalczyk, K., Niedzinska, M. (2020). Growth, Yield and Quality of Sweet Pepper Fruits Fertilized with Polyphosphates in Hydroponic Cultivation with LED Lighting. Agronomy, 10, 1560. doi:10.3390/agronomy10101560.

Stojanova, T.M. (2017). Plant nutrition. Practicum, Academic Press, Skopje.

Stojanova, T.M. (2018). Plant nutrition. Academic Press, Skopje.

Stojanova, T.M. (2019). Manual for taking soil and plant samples for agrochemical analysis. Academic Press, Skopje.

Stojanova, T.M. (2022). Nutrition of horticultural plants. Academic Press, Skopje.

Song, Z., Bi, Y., Zhang, J., Gong, Y., Yang, H. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi promote the growth of plants in the mining associated clay. Sci Rep. 10, 2663. doi: 10.1038/ s41598-020-59447-9.

Stoleru, V., Mangalagiu, I., Amăriucăi-Mantu, D., Teliban, G.C., Cojocaru, A., Rusu, O.R., Burducea, M., Mihalache, G., Rosca, M., Caruso, G., Sekara, A., Jităreanu, G. (2023). Enhancing the nutritional value of sweet pepper through sustainable fertilization management. Front. Nutr. 10, 1264999. doi: 10.3389/fnut.2023.1264999.

Yu, B., Xu, D., Li, Y., Wang, W. (2023). Influence of Fertilization on Growth and Lead Content of Pepper under Lead Stress. Plants, 12, 2960. https://doi.org/10.3390/ plants12162960.

WHICH PSORIASIS TREATMENT WORK BEST?

Major Gheorghe GIURGIU[1], Prof dr med Manole COJOCARU[2,3]

[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-5449-2712

[2]Academy of Romanian Scientists

[3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

Background A growing body of evidence highlights that intestinal dysbiosis is associated with the development of psoriasis. The gut–skin axis is the novel concept of the interaction between skin diseases and microbiome through inflammatory mediators, metabolites and the intestinal barrier. The gut microbiome affects skin homeostasis through its influence on the signaling pathways that coordinate epidermal differentiation.

The objective of this study was to synthesize current data on the Deniplant natural modulator of the gut microbiome in patients with psoriasis.

Materials and methods All studies confirmed the association of psoriasis and gut microbiota dysbiosis. We describe the recent advances regarding the interplay between gut microbiota and the skin. Thus, the microbiome can be considered an effective therapeutical target for treating this disorder.

Results This presentation provides a detailed and comprehensive systematic study regarding gut microbiome in patients with psoriasis. These results are supported by clinical observations based on a case serie showing improvement in psoriatic skin lesions after Deniplant natural modulator. It is still not clear whether psoriasis is an effect or a cause of the observed disbalance between beneficial and pathogenic microbes. In this context, the study provides very interesting results, showing significantly greater changes in the gut microbiome of patients with psoriasis treated Deniplant natural modulator

Conclusion There is a significant association between alterations in gut microbial composition and psoriasis. Intestinal dysbiosis is a state of imbalanced gut microbiome that eventually has a negative impact on skin function and integrity. Deniplant natural modulator is a potential therapeutic strategy in patients with psoriasis

Keywords: dysbiosis, microbiome, psoriasis, gut-skin axis, gut barrier, Deniplant nutraceuticals

8 KATLI MEVCUT BİR YAPININ PERFORMANS ANALİZİ

PERFORMANCE ANALYSIS OF AN EXISTING 8-STOREY BUILDING

***Furkan ŞAHİN*[1]**

[1]*İnşaat Mühendisi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Mimarlık Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul, Türkiye.*

[1]*ORCID ID: 0000-0002-1661-5531*

Abdulvahap ADIGÜZEL

[1]*İnşaat Mühendisi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Mimarlık Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul, Türkiye.*

[2]*ORCID ID: 0009-0003-9259-2567*

ÖZET

Yapılan bu çalışmada İstanbul Nişantaşında 1985 yılında inşaa edilen, kısmi bodrumlu zemin kat ile beraber toplamda 8 katlı bir konut yapısının lineer ve non-liner performans analizi yapılmış ve mevcut durumu bu analiz sonuçlarına göre raporlanmıştır. Yapılan analizler için STA4-Cad sonlu elemanlar programı kullanılmıştır. İlgili yapının mimari projesine ulaşılmış, mimari proje referans alınarak yeni bir statik röleve projesi hazırlanmıştır. Yapıda TBDY 2018 yönetmeliğine uygun olarak her katta 3 adet olmak üzere toplamda 24 adet karot numunesi, her katta 3 adet olmak üzere 24 adet kolon donatı okuması ve her katta 2 adet olmak üzere toplamda 16 adet sıyırma yapılmıştır. Zemin parametrelerinin belirlenmesi için sismik çalışmaya dayalı zemin etüd raporu ve geoteknik rapor hazırlanmıştır. İlgili laboratuvar ve saha çalışmalarının ardından elde edilen verilen ile bilgisayar destekli analiz yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde lineer hesap yöntemiyle yapılan performans analizine göre yapı "Göçme durumu" performansına, non-lineer hesap yöntemine göre yapılan performans analizine göre ise "Kontrollü Hasar" performans hedefine ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Liner performans analizi, non-liner perfromans analizi, mevcut yapı, deprem mühendisliği

ABSTRACT

In this study, linear and non-linear performance analysis of an 8-storey residential building with partial basement and ground floor built in 1985 in Nişantaşı, Istanbul. The building current condition has been reported according to the results of this analysis. STA4-Cad finite element program was used for the analysis. The architectural project of the related building was accessed and a new static survey project was prepared with reference to the architectural project. In accordance with TBDY 2018 regulations, a total of 24 core samples (3 on each floor), 24 column reinforcement readings (3 on each floor) and 16 stripping (2 on each floor) were performed. Soil investigation report and geotechnical report based on seismic study were prepared to determine the soil parameters. Computer-aided analysis was performed with the data obtained after the relevant laboratory and field studies. As a result of the analyses, according to the performance analysis made by linear calculation method, the structure has reached the "Collapse condition" performance and according to the performance analysis made by non-linear calculation method, the structure has reached the "Controlled Damage" performance target.

Keywords: Lineer performance analysis, non-lineer performance analysis, existing structure, earthquake engineering

АНАЛИЗ СЕРОПОЗИТИВНОСТИ К *TOXOPLASMA GONDII* СРЕДИ ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

А.Салехов[1], Ш.Гасанова[2]

1 – *Национальный НИИ Медицинской Профилактики им.В.Ахундова, Баку, Азербайджан*

2 – Центр по контролю за особо опасными инфекциями, Баку, Азербайджан

https: // orcid.org/0000-0002-7468-5714

РЕЗЮМЕ

Целью данной работы было определение частоты серопозитивности к Toxoplasma gondii среди беременных женщин и выявления возможных зависимостей от возраста и места проживания. Объектом исследования явились беременные женщины, обратившиеся в частную клинику «Ömür, Bioloji Təbabət» на обследование в 2019-2021г.г. (N=510). Были изучены описательные (демографические) характеристики пациенток – возраст (возрастная группа), местожительства (город/сельская местность) и иммунологические параметры. Лабораторная диагностика проводилась путем анализа крови методом ИФА для определения прошлой (IgG) и острой (IgM) инфекции с применением “Toxoplasma İgM və İgG NovaTec İmmun Diagnostica GMBH” на аппарате Thermo Sceintific MULTİSKAN FC. По годам выявлено увеличение обращаемости пациенток. Наибольшая доля серопозитивных (как для антител класса IgG, так и для IgM) среди обследованных приходилась на возрастную группу 21-25 лет. OR=2.1 для антител класса IgG, что указывает на более высокий риск серопозитивности к токсоплазмозу; OR=0.5 для антител класса IgM указывает на снижение риска первичного заражения инфекцией у данного контингента в 2 раза. По результатам исследования было рекомендовано усиление профилактики первичной инфекции, минимизацию рисков для плода и повышение информированности молодых женщин.

Ключевые слова: токсоплазмоз, репродуктивный возраст, серопозитивность, антитела, относительный риск инфицирования

REVALENCE AND MOLECUCLAR DETECTION OF METHICILLIN-RESISTANT *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*(MRSA) AMONG MEDICA AND NON_MEDICAL STUDENTS

Najim A Yassin

Professor in Molecular Medical Microbiology (PhD), College of Medicine, Department of Medical Microbiology, Duhok University, Iraq

ABSTRACT

Background and Aims Methicillin-Resistant *S. aureus* (MRSA) is a challenge for public health and seem to be increasing among people in different areas. Aims: Prevalence of MRSA carriers and assess their *mec*A gene levels among medical-training and non-medical students. A total of 150 healthy student volunteers (66 male and 84 female) who lived with their families and in the dorms of Sheikhan Polytechnic Health College and Information Technology Institute (IT), in the Shekhan District of Duhok city, Iraq, were enrolled in this study. As part of a cross-sectional investigation, nose swabs were collected from each student. Disk diffusion agar was used to assess the isolates' antibiotic susceptibility after identification of the isolates using traditional microbiological methods. The *mec*A gene was the target of a PCR experiment that was used to a molecularly confirm MRSA isolates. **Results:** There were MRSA overall (18%), with (44.4%) male and (55.5%) female. Students studying public health had the highest prevalence (44.4%), followed by students of information technology (33.3%), and laboratory technology students (22.2%). Students in various departments' first and second year recorded higher rates than third and fourth year (44.4%, 33.3%, 11.1%, and 11.1%), respectively. Additionally, students who live with their families (70.3%) had greater MRSA rates than those who live in dorms (29.6%). No MRSA was found in those who share housing with relatives. Molecular detection of the *mec*A gene; (51.8%) of phenotypic MRSA was found to be positive and students studying public health were more likely to carrying *mec*A gene (57.1%). **Conclusions**: This study showed that medical students at various academic levels are more likely to be carriers, thus they need to be informed enough about prevention strategies to reduce their exposure to this pathogen.

Keywords: Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, Nasal swab, *mec*A gene, Medical and non-medical students.

THE ESSENTIAL IDEAL GRAPH OF GAMMA RINGS

Okan Arslan[1], Berna Arslan[2]

[1,2] Asst. Prof., Aydın Adnan Menderes University

[1] ORCID NO: 0000-0002-1006-066X Email:

[2] ORCID NO: 0000-0002-6517-0452

ABSTRACT

The notion of a gamma ring was introduced by Nobusawa and then Barnes generalized its defiinition. After generalizing its definition by Barnes has provided a lot of work was done to understand the structure of the gamma ring. Another way to get information on the nature of algebraic structures is to correspond it to a graph. Through the relationships established between these concepts, it is possible to better understand the algebraic structure studied. For his reason, we define the essential ideal graph of a commutative Γ-ring M with strong unity (δ, e) whose vertex set consists of all nontrivial ideals of M and two vertices A and B are adjacent if and only if $A + B$ is an essential ideal. In this work, we give a characterization for essential ideal graph of a gamma ring to be a complete graph and determine conditions for essential ideal graph to be an empty graph. We also prove that if the essential ideal graph of a gamma ring has unique universal vertex, then the gamma ring has exactly one proper essential ideal which is also maximal ideal.

Keywords: Gamma ring, essential ideal, complete graphs.

AMS Subject Classification: 13A15, 05C99, 16Y99.

REFERENCES

Amjadi, J. (2018). The essential ideal graph of a commutative ring. *Asian-European Journal of Mathematics*, 11(04), 1850058.

Atiyah, M., MacDonald, I. G. (1969). Introduction to Commutative Algebra, Addison-Wesley.

Barnes, W. (1966). On the Γ-rings of Nobusawa. *Pacific Journal of Mathematics*, 18(3), 411-422.

Nobusawa, N. (1964). On a generalization of the ring theory. *Osaka J. Math*, 1, 81-89.

West, D. B. (2001). Introduction to graph theory (Vol. 2). Upper Saddle River: Prentice Hall.

ÖZÜNÜ MOTİVASİYA ÜÇÜN SAYT VƏ TƏTBİQİN YARADILMASI

Azər HÜSEYN

Tex.f.d., dosent Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID: 0009-0002-9323-9549

Aytac FEYZULLAYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID: 0009-0007-1539-8575.

Şəms QULUZADƏ

Mingəçevir Dövlət Universiteti

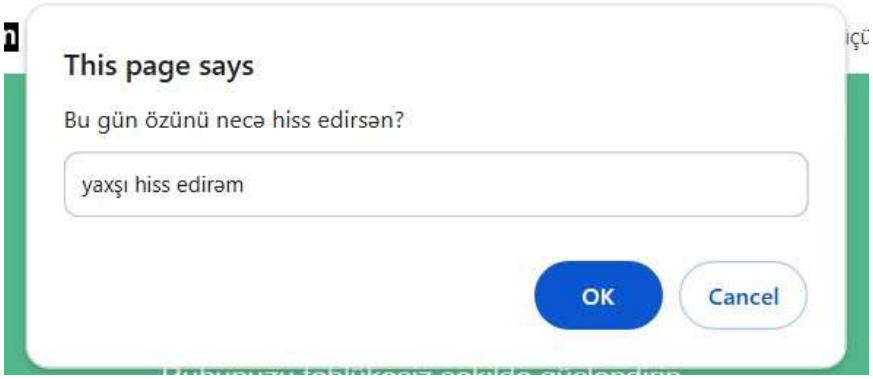
ORCID: 0009-0006-9465-1438.

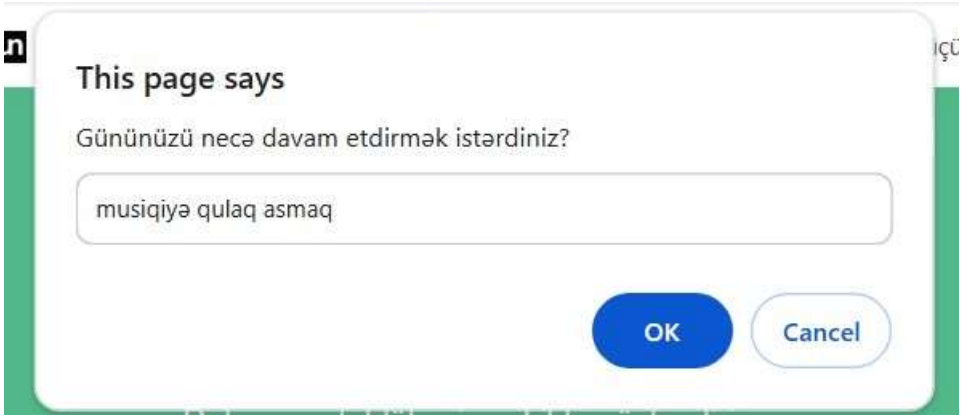
Açar sözlər: motivasiya, stres, süni intellekt, onlayn psixoloq məsləhəti, selfmotiva.

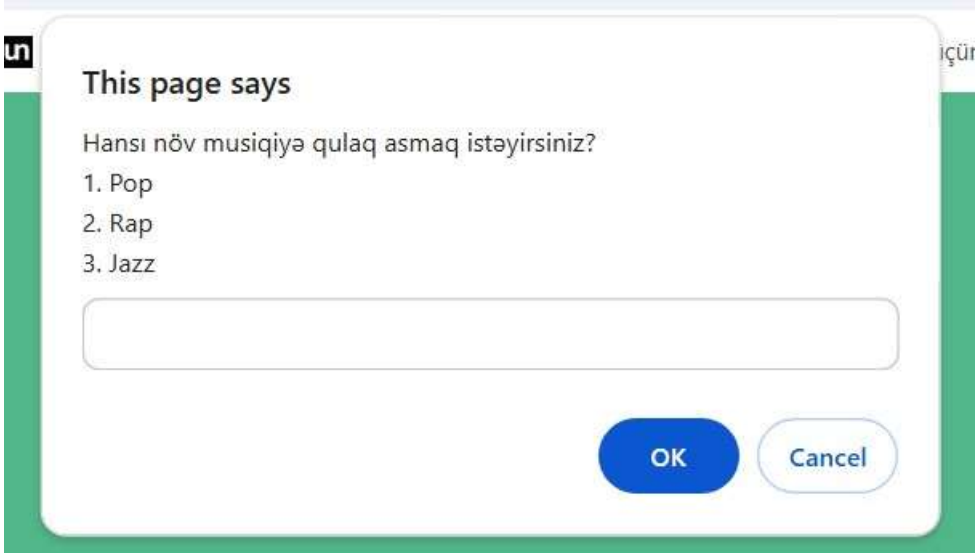
Xülasə. İnsanlarda motivasiya əksikliyi ilə günə başlamaq onlara çətinlik törədir. Məişət problemləri, müasir standartlarda həyat şəraiti qura bilməmək, keyfiyyətli təhsil ala bilməmək, övladlarına keyfiyyətli təhsil verə bilməmək, sağlam həyat tərzi sürmək üçün yetərli maddi imkanlara sahib olmamaq, çətinliklərlə qazanılan nailiyyətləin qorunması cəhdləri onları gərgin saxlayır. Müxtəlif kateqoriyalarda peşələrdən insanların enerji tükənmişliyindən və vaxt yetməzliyindən övladları ilə yetərincə məşğul ola bilməmələri, karyerada yüksəlmə prosesinin çətin baryerlərlə əhatə olunması, işləmək üçün, yüksəlmək üçün tələb olunan imtahanların stresi, onlarda gərginlik və narahatlıq yaradır. Gələcək qayğıları və karyera inkişafı ilə bağlı narahatlıqlar, özünü maliyə cəhətdən təmin etmənin qeyri-müəyyənliyi insanımızda stress vəziyyəti yaradır. İşləyən insanların yorucu iş cədvəlləri, onlarda diskomfort hallar yaradır. Tənhalıq, cəmiyyətdən ötəkiləşdirilmə, düşüncələrə hörmətlə yanaşılmama halları, insanları ümidsizliyə və özünəqapanma hallarına sürükləyir. Maarifləndirici təşilatların azlığı, psixoloqların çatışmamamzılğı əhalimizə motivasiya vermə istiqmətində yetərli resursları təmin edə bilmir. İşğal olunmuş torpaqlardan didərgin düşən insanların yaşadıqları zülümlərdən ötrü aldıqları travmalar, şəhid və qazilərimizin ailələri və onların yaxınlarının yaşadığı streslər də cəmiyyətə stres dalğasının yaranmasına səbəb olmuşdur, bir çox insanımız bu gərginliklərə düçar olmuşdur. Gərgin, tələbkar bəzən də sıxıcı iş şəraitində insanların stresli halı onlarda normal olmayan hərəkətlərə nümayiş olunur və istənilməyən problemlərə yol açır.

İnkişafda olan dövlətimiz sadalanan problemlərin həlli üçün qanunvericilik bazasında, sosial təminat istiqamətində, sağlamlıq sığorta sisteminin əhali üçün əlçatanlığını təmin etməsi istiqamətində, nəqliyyat infrastrukturunun inkişaf istiqamətində, təhsilalanlara ayrılan təqaüd imkanlarının çoxaldılması, ödənişsiz təhsil imkanlarının artırılması, minimum əmək haqqının artırılması, əmək hüquqlarının getdikcə daha yaxşı qorunması kimi tədbirlər görür. Lakin stressiz həyatın istənilən səviyyəsinə çatmaq fiziki və maddi cəhətdən hələ də tam mümkün olmur.

Tədqiqatımızın məqsədi sadalanan problemlərin həlli üçün informasiya texnologiyalarının innovativ üsul və vasitələrindən istifadə etməklə internet istifadəçilərin dolayısı ilə əhalimiz qayğılarını aradan qaldırılmaq üçün tətbiq hazırlamaqla mümkün qədər stresli həyatı aradan qaldırmaqdır. Qarşıya qoyulan məqsədləri həyata keçirmək üçün, süni intellektdən istifadə edilir, istifadəçilərin ehtiyaclar müəyyən edilir, sayt vasitəsi istifadəçilərə problemlərin həlli üçün uyğun fərdi məsləhətlər verilir, ehtiyac yarandıqda istifadəçi psixoloqla tanış edilir, stres qaynaqlarını aradan qaldırılaraq istifadəçilərin hüzurlarının təmin olunmasına nail olunur. İstifadəçilərə gündəlik motivasiya mesajları göndərilir. İstifadəçilərin sağlam vərdişlər qazanmasına dəstək verilir. Gündəlik və həftəlik planlar təklif olunur, xatırlatmalarla planları izləmək imkanı mövcuddur. Saytın quruluş prinsipi, istifadəçi ilə dioloq qurararaq qarşılıqlı söhbətlər nəticəsində motivasiya planını hazırlamaqdır:







Daha sonra istifadəçinin seçdiyi musiqi növünə uyğun məsləhətlər verir.

İstifadəçilərin həyat keyfiyyətini necə artırdığına dair məmnuniyyət dərəcəsini ölçmək saytda sorğu yerləşdirilir. Bu sorğu vasitəsilə istifadəçilərdən tətbiq və saytın onların həyatında hansı təsiri yaratdığını öyrənə bilirik və buna uyğun tədbirlər görürük.

Saytın prototipi üzərində istifadəçilər tərəfindən saytın istifadəçi və ekspert testi keçirilmiş və koqnitiv modelləmə üsulundan, Cogtool proqram təminatından istifadə edilərək saytın istifadəyə yararlılıq baxımından analizi aparılmış, hər üç testetmə üsulu ilə qüsurlar aşkar edilmişdir.

YABANCI UYRUKLU HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE STRES YARATAN DURUMLAR İLE MESLEKİ UYUMLARINA YÖNELİK VERİLECEK EĞİTİMİN İLETİŞİM BECERİLERİ ve STRESLE BAŞ ETME YÖNTEMLERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF TRAINING FOR STRESS CREATING SITUATIONS IN FOREIGN NURSING STUDENTS AND THEIR PROFESSIONAL ADAPTATION ON THEIR COMMUNICATION SKILLS AND METHODS OF COOPERATING WITH STRESS

Vasfiye BAYRAM DEĞER

Doç. Dr., Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hmşirelik Bölümü, Mardin, Türkiye

https://orcid.org/0000-0002-7714-9087

Ali CEYLAN

Lisans Öğrencisi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hmşirelik Bölümü, Mardin, Türkiye

https://orcid.org/0009-0001-6605-7128

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Destekleme Programı kapsamında desteklenen 1919B012313799 numaralı projemizin çalışmasından üretilmiştir.

ÖZET

Yabancı Uyruklu Öğrenci Sınavı (YÖS) ile yurtdışından Türkiye'ye her geçen yıl değişen konjektürel sebeplerden ötürü eğitim amaçlı göç hareketi olmaktadır. Her geçen yıl artan sayıda öğrenci Türkiye'ye gelip yükseköğretim sistemi içinde kalabilmenin ve başarılı olabilmenin çabası içerisinde olmaktadır. Üniversite okuyan yabancı uyruklu öğrencilerin yaşadıkları sorunların yanı sıra hemşirelik okuyan öğrenciler hemşirelik eğitiminden ve hastane ortamından kaynaklanan bir takım sorunlarla da karşılaşmaktadırlar. Hemşirelik eğitiminin teorik kapsamının yoğun olması, uygulamalarda karşılaşabilecekleri güçlükler öğrencileri olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Eğitim-öğretim için Türkiye'ye gelen yabancı uyruklu öğrencilerin uyumlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, karşılaştıkları sorunların tespiti ve beklentilerinin öğrenilmesi onlara sunulacak hizmetlerde nelere dikkat edilmesi gerektiğinin ortaya konulabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu doğrultuda bu araştırma; Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinde Hemşirelik bölümünde (Türkçe ve arapça programında) öğrenim gören yabancı uyruklu hemşirelik öğrencilerinde stres yaratan durumların tespiti, iletişim becerileri, stresle baş etme yöntemleri ile mesleki uyumlarına yönelik verilecek eğitimin, iletişim becerileri ve baş etme yöntemlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla ön test-son test modeline göre yarı deneysel bir çalışma olarak yapılmıştır. Araştırmanın evrenini, Türkiye'de Arapça Hemşirelik programı ile arapça eğitim veren tek üniversite ünvanını taşıyan Mardin Artuklu Üniversitesinin Sağlık Bilimleri Fakültesi hemşirelik bölümüne kayıtlı 123 yabancı uyruklu hemşirelik öğrencisi oluşturmuştur. Bu öğrencilerin 103'ü aktif öğrenim görmekte olup (kayıt dondurma vs.nedenlerden dolayı) araştırma 18 yaşın üstünde olan, Türkçeyi rahatlıkla okuyup anlayabilen ve çalışmaya katılmaya istekli olan 82 yabancı uyruklu öğrenci ile tamamlanmıştır. Veriler Birey Tanıtım Formu, Öğrenci Hemşirelerde Stres Yaratan Durumlara İlişkin Bilgi Formu, Mesleki Hazır Oluşluk Algısı Ölçeği, Hemşirelik Öğrencileri için Terapötik İletişim Becerileri Ölçeği ve Üniversite Öğrencileri için Stresle Başa Çıkma Tarzları Ölçeği olmak üzere 5 bölümden oluşan bir veri formu aracılığıyla yüz yüze görüşme tekniğiyle toplanmıştır. Öğrenciler 20'şer kişilik gruplara ayrılarak 4 grup oluşturulmuş; her gruba ön test veri toplama formu araştırmacı tarafından sessiz bir sınıf ortamında bire bir doldurulmuştur. Araştırma çerçevesinde literatür taranarak öncelikle hemşirelik bölümünde öğrenim gören yabancı uyruklu öğrencilerin stres kaynakları tespit edilmiş; mesleki hazır oluşlukları, terapötik iletişim tavırları, stresle başa çıkma tarzları ölçülmüş ve ardından bu başlıklara yönelik 6 haftalık eğitim verilmiştir. Eğitimin ardından 2 aylık bir sürenin geçmesiyle birlikte öğrencilere eğitimin etkinliğini

değerlendirmek için son test uygulanmıştır. Araştırma kapsamına alınan 82 öğrencinin cinsiyet dağılımında, erkeklerin oranı %48,8, kadınların oranı ise %51,2 olarak belirlenmiştir. Sosyal güvence durumuna ilişkin bulgular, katılımcıların %73,2'sinin sosyal güvencesi olmadığını, %26,8'inin ise sosyal güvencesinin bulunduğunu göstermektedir. Gelir durumuna dair dağılım incelendiğinde, %64,6'sının gelirinin yetersiz, %35,4'ünün ise yeterli olduğu saptanmıştır. Türkiye'de bulunma süresi açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların %59,8'inin (n=49) 6-10 yıldır, %26,8'inin 11-15 yıldır, %13,4'ünün ise 1-5 yıldır Türkiye'de bulunduğu görülmektedir. Türkiye'de bulunma nedeni olarak %70,7'si eğitim ve iyi yaşam koşullarını birlikte belirtirken, %15,9'u iyi yaşam koşulları, %12,2'si sadece eğitim, %1,2'si ise aile/akraba faktörünü ifade etmiştir. Bölümünden memnuniyet oranı %93,9 ile oldukça yüksek bulunmuş, memnun olmayanların oranı %6,1 olarak kaydedilmiştir. Katılımcıların büyük bir kısmı, "hastaların öğrenci hemşireye güvenmemesi" durumunu stres kaynağı olarak belirtmiştir. Öncesinde bu oran %62,2 iken, eğitim sonrası %67,1'e yükselmiştir. Bu durum, öğrencilerin bu konuyu daha fazla fark ettiğini ya da bu sorunun çözümüne yönelik net bir ilerleme sağlanmadığını düşündürebilir. "Öğretim elemanlarının bakım planındaki ısrarı", öncesinde %54,9 iken, sonrasında %46,3'e düşmüştür. Bu, eğitimin öğretim elemanlarıyla daha etkili bir iletişim kurulmasına katkı sağladığını işaret edebilir. Benzer şekilde, "öğrencilerin klinik uygulamalarda hata yapma korkusu", öncesinde %62,2 iken, sonrasında %57,3'e gerilemiştir. Bu bulgu, öğrencilerin stresle baş etme yöntemlerini geliştirdiğini ya da hata yapma korkusunu daha iyi yönetebildiklerini göstermektedir. "Hemşirelik dışı isteklerde bulunma" ve "hemşirelerin öğrencilere saygılı olmayan tutumları" gibi durumlarda eğitim sonrası artış gözlenmiştir. Bu artış, bu tür durumların daha fazla fark edilmesi veya öğrencilerin bu konulara daha duyarlı hale gelmesi ile ilişkilendirilebilir. "Sınav kaygısı", eğitim öncesinde %68,3 iken, eğitim sonrası %64,6'ya düşmüştür. Bu bulgu, stresle baş etme yöntemlerine yönelik eğitimin, sınav kaygısını kısmen azalttığını göstermektedir. "Öğrenciler arasındaki iletişim sorunları", eğitim sonrası belirgin bir azalma (%53,7'den %35,4'e) göstermiştir. Bu durum, verilen eğitimin iletişim becerilerini geliştirmede etkili olduğunu işaret etmektedir. "Aşırı duygusal olma", "kendini ifade edememe", "öfkeyi kontrol etmekte güçlük yaşama", ve "kendini yargılama ve suçlama" gibi bireysel stres kaynaklarında eğitim sonrası azalmalar görülmüştür. Bu azalmalar, stresle baş etme ve duygusal kontrol becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Genel olarak, eğitim, yabancı uyruklu hemşirelik öğrencilerinin stresle başa çıkma becerilerini geliştirmekte ve mesleki uyumlarını artırmakta etkili olmuştur. Ancak bazı stres kaynaklarının hâlâ devam ettiği ve çözüm için daha fazla çaba gösterilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Mesleki Hazır Oluşluk Genel boyutunda eğitim öncesi ortalama puan 3,712 ± 0,668 iken, eğitim sonrası 4,072 ± 0,495'e yükselmiş ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,000). Bu sonuçlar, uygulanan eğitimin hem genel mesleki hazır oluşluk algısını hem de mesleki uyum, iletişim ve iş birliği ile mesleki yeterlilik alt boyutlarını anlamlı şekilde artırdığını göstermektedir. Terapötik İletişim Genel Toplam puanı, eğitim öncesinde 69,622 ± 12,214 iken, eğitim sonrası 83,866 ± 9,283'e yükselmiş ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,000). Elde edilen bulgular, uygulanan eğitimin, hem genel terapötik iletişim becerilerini hem de nonterapötik ve terapötik iletişim alt boyutlarını anlamlı şekilde artırdığını göstermekte, öğrencilerin iletişim becerilerinde önemli bir gelişim sağlandığını ortaya koymaktadır. Stresle Başa Çıkma Tarzları Toplam puanı, eğitim öncesinde 79,500 ± 13,245 iken, eğitim sonrası 79,476 ± 10,432 olarak ölçülmüş, ancak bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p=0,987). Kendine Güvenli Yaklaşım alt boyutunda, eğitim öncesi puan 20,500 ± 4,267, eğitim sonrası ise 20,390 ± 4,133 olarak belirlenmiş ve bu fark anlamlı çıkmamıştır (p=0,844). Bu sonuçlar, eğitim programının öğrencilerin stresle başa çıkma tarzlarında genel ve alt boyutlar düzeyinde anlamlı bir değişim yaratmadığını göstermektedir. Çalışmanın evrenini oluşturan yabancı uyruklu öğrencilerin aile ve sosyal çevre ilişkileri, staj uygulama birimlerinin farklılıkları, Türkçe konuşabilme düzeyleri gibi nedenlerden ötürü stresle başa çıkma yaklaşımlarının değişiminin tam olarak saptanamamasında etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin stresle başa çıkma yaklaşımlarının değişim göstermemesi, bu beceriler üzerinde daha spesifik ve yoğun bir eğitime ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yabancı uyruklu öğrenci, hemşire, uyum, stres, iletişim

ABSTRACT

With the Foreign National Student Examination (YÖS), there is a migration movement from abroad to Turkey every year for educational purposes due to changing conjunctive reasons. Every year an increasing number of students come to Turkey and endeavour to stay in the higher education system and to be successful. In addition to the problems experienced by foreign students studying at university, students studying nursing also face a number of problems arising from nursing education and hospital environment. The intensive theoretical scope of nursing education and the difficulties they may encounter in practice may affect students negatively. Determining the factors affecting the adaptation of foreign students coming to Turkey for education and training, identifying the problems they face and learning their expectations are very important in terms of revealing what should be considered in the services to be provided to them. In this direction, this research was conducted as a quasi-experimental study according to the pretest-posttest model in order to determine the effect of the training to be given for the determination of stressful situations, communication skills, methods of coping with stress and professional adaptation on communication skills and coping methods in foreign nursing students studying in the Department of Nursing (Turkish and Arabic programme) at Mardin Artuklu University Faculty of Health Sciences. The population of the study consisted of 123 foreign national nursing students enrolled in the nursing department of the Faculty of Health sciences of Mardin Artuklu University, which is the only university in Turkey that provides education in Arabic with Arabic Nursing programme. Of these students, 103 were actively studying (due to reasons such as registration freeze etc.) and the study was completed with 82 foreign students who were over 18 years of age, could read and understand Turkish easily and were willing to participate in the study. Data were collected by face-to-face interview technique through a data form consisting of 5 sections: Individual Introduction Form, Information Form on Stress-Creating Situations in Student Nurses, Perception of Vocational Readiness Scale, Therapeutic Communication Skills Scale for Nursing Students and Stress Coping Styles Scale for University Students. The students were divided into groups of 20 students each and 4 groups were formed; the pre-test data collection form was filled in one-to-one by the researcher in a quiet classroom environment. Within the framework of the research, the literature was reviewed and the stress sources of the foreign students studying in the nursing department were determined; their professional readiness, therapeutic communication attitudes, coping styles with stress were measured and then 6-week training was given for these topics. After a period of 2 months following the training, a post-test was applied to the students to evaluate the effectiveness of the training. The gender distribution of the 82 students included in the study was 48.8% male and 51.2% female. The findings regarding social security status showed that 73.2% of the participants did not have social security, while 26.8% had social security. When the distribution of income status was analysed, it was found that 64.6% had insufficient income, while 35.4% had sufficient income. In terms of the duration of stay in Turkey, 59.8% (n=49) of the participants have been in Turkey for 6-10 years, 26.8% for 11-15 years, and 13.4% for 1-5 years. While 70.7% stated education and good living conditions together, 15.9% stated good living conditions, 12.2% stated only education, and 1.2% stated family/relatives as the reason for being in Turkey. The rate of satisfaction with the department was found to be quite high with 93.9%, while the rate of dissatisfaction was recorded as 6.1%. Most of the participants stated that "patients' lack of trust in student nurses" was a source of stress. While this rate was 62.2% before, it increased to 67.1% after the training. This may suggest that students are more aware of this issue or that no clear progress has been made towards solving this problem. "Insistence of the instructors on the care plan", which was 54.9% before, decreased to 46.3% after the training. This may indicate that the training contributed to a more effective communication with the instructors. Similarly, "students' fear of making mistakes in clinical practice", 62.2% before, decreased to 57.3% afterwards. This finding indicates that students improved their coping methods with stress or managed the fear of making mistakes better. An increase was observed in situations such as "making non-nursing requests" and "nurses' attitudes that are not respectful to students" after the training. This increase may be related to the fact that such situations were more recognised or that students became more sensitive to these issues. "Exam anxiety", which was 68.3% before the training, decreased to 64.6% after the training. This finding shows that the training on methods of coping with stress partially reduced exam anxiety. "Communication problems among students" showed a significant decrease (from 53.7% to 35.4%) after the training. This indicates that the training was effective in improving communication skills. Individual stress sources such as "being

overly emotional", "not being able to express oneself", "having difficulty in controlling anger", and "judging and blaming oneself" decreased after the training. These decreases indicate that coping with stress and emotional control skills have improved. In general, the training was effective in improving the stress coping skills of foreign nursing students and increasing their professional adaptation. However, it is understood that some stress sources still persist and more effort should be made to solve them. In the general dimension of professional readiness, the mean score was 3.712 ± 0.668 before the training, while it increased to 4.072 ± 0.495 after the training and this change was found to be statistically significant (p=0.000). These results show that the training significantly increased both the general perception of professional readiness and the sub-dimensions of professional adaptation, communication and cooperation and professional competence. Therapeutic Communication General Total score increased from 69,622 ± 12,214 before the training to 83,866 ± 9,283 after the training and this increase was found to be statistically significant (p=0,000). The findings show that the training significantly increased both the general therapeutic communication skills and the sub-dimensions of non-therapeutic and therapeutic communication, and revealed that a significant improvement was achieved in the communication skills of the students. The Total Stress Coping Styles score was 79,500 ± 13,245 before the training and 79,476 ± 10,432 after the training, but this change was not statistically significant (p=0,987). In the Self-Confident Approach sub-dimension, the pre-training score was 20,500 ± 4,267 and the post-training score was 20,390 ± 4,133, and this difference was not significant (p= 0,844). These results show that the training programme did not create a significant change in the overall and sub-dimensions of the students' coping styles with stress. It is thought that the reasons such as family and social environment relations, differences in the internship practice units, and the level of Turkish speaking of the foreign students who constitute the population of the study are effective in not being able to determine the change in coping approaches to stress. The fact that the students' approaches to coping with stress did not change suggests that more specific and intensive training is needed on these skills

Keywords: Foreign student, nurse, adaptation, stress, communication

İNNOVATİV ÜSULLA ENERJİ SISTEMLƏRİNİN EKOLOJİ PROBLEMLƏRİ

SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF ENERGY SYSTEMS BY INNOVATION

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ИННОВАЦИИ

L.Ç.SÜLEYMANOVA

Mingəçevir DövlətUniversiteti, AZ4500, Dilarə Əliyeva küç. 21

ORCID ID: 0000-0002-8884-3947

Təqdim olunan işdə güclü elektrik sahəsinin və elektrik qazboşalmalarının təsirləri şəraitində sorbsiya prosesləri tətbiq edərək, neft-qazla istismarda olan, istilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə CO, CO_2, SO_x, NO_x, H_2S və CH_4-ün ətraf mühitdə dövranının qarşısının alınması üzrə aparılan tədqiqatlarda müsbət nəticələr əldə edilmişdir.

Açar sözlər: sənaye, hidrogen, energrtika, ekologiya, qazboşalması, güclü elektrik sahəsi, ətraf mühit.

В представленной работе были получены положительные результаты в исследованиях по предотвращению круговорота в окружающей среде CO, CO_2, SO_x, NO_x, H_2S и CH_4 тепловых электростанций, эксплуатируемых с нефтью, применением сорбционных процессов в условиях воздействия сильного электрического поля и электрических разрядов.

Ключевые слова: промышленность, водород, энергетика, экология, газовый разряд, сильное электрическое поле, окружающая среда.

The presented work obtained positive results in studies on preventing the circulation of CO, CO_2, SO_x, NO_x, H_2S and CH_4 in the environment of thermal power plants operated with oil, using sorption processes under conditions of exposure to a strong electric field and electrical discharges.

Key words: industry, hydrogen, energy, ecology, gas discharge, strong electric field, environment.

Müasir şəraitdə enerji problemlərinin yaranması bilavasitə sənaye istehsalının davamlı surətdə artması ilə əlaqədardır. Eləcə də bu enerji problemləri əhalinin artması, enerji çatışmazlığı və yanacaq ehtiyatlarının məhdudluğu, ətraf mühitin çirklənməsinin artması ilə bağlıdır.

Elektrik enerjisi sənayesi hər hansı bir ölkənin, xüsusilə də respublikamızın iqtisadiyyatının rəqabət qabiliyyətini və inkişaf tempini əhəmiyyətli dərəcədə müəyyənləşdirir. elektrik enerjisi sənayesi iki əsas müddəanı nəzərə almalıdır: enerji mənbələrinin ekoloji təhlükəsizliyi və onların etibarlılığını.

Neft-kimya sənayesi, energetika sistemlərinin geniş şəbəkəsi, o cümlədən atom elektrik stansiyalarının istismarı, dəri-gön emalı, maşınqayırma, toxuculuq sənayesi, sement karxanaları, məişət tullantıları və digər çoxsaylı istehsal sahələri ekoloji duruma xələl gətirən əsas sahələr şurasına daxil olmuşdur.

Qeyd olunan məsələlərlə əlaqədar olaraq energetika sistemlərinin ətraf mühitə təsiri və bu təsirlərin azaldılması məqsədilə elmi tədqiqat işlərinin aparılması günün aktual mövzuları sırasına daxil olmuşdur [1, 2].

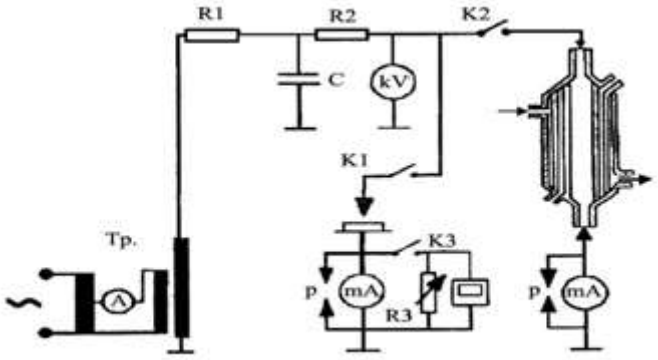
Keçən əsrin sonunda dünya ölkələri üzrə xalq təsərrüfatının, xüsusən də sənayenin yüksələn xətlə inkişafı, o cümlədən neft-qaz sənayesinin istehsalı, neft kimyası, energetika sistemlərinin artan güclərlə istismarı və digər sənaye sahələrinin (maşınqayırma, avtomobil-nəqliyyat və s.) ətraf mühitə, torpağa, su hövzələrinə və atmosferə, canlı orqanizimlərə, flora və faunaya gətirdiyi zərərli təsirlərin

mövcudluğu, hazırda yeni növ, innovativ texnologiyaların hazırlanmasını və müxtəlif istehsalat sahələrində tətbiq olunmasını tələb edir.

Sənaye sahələrin ətraf mühütə zərərli təsirləri nəticəsində yer kürəsini, ultra bənövşəyi şüalardan mühafizə edən ozon (O_3) qatının zəifləməsi, qlobal istiləşmə və turşu tərkibli yağışların yağması beynəlxalq səviyyədə müzakirə obyekti olaraq, bu fəsadların qarşısının alınmasına dair müvafiq qərarlar qəbul olunmuşdur.

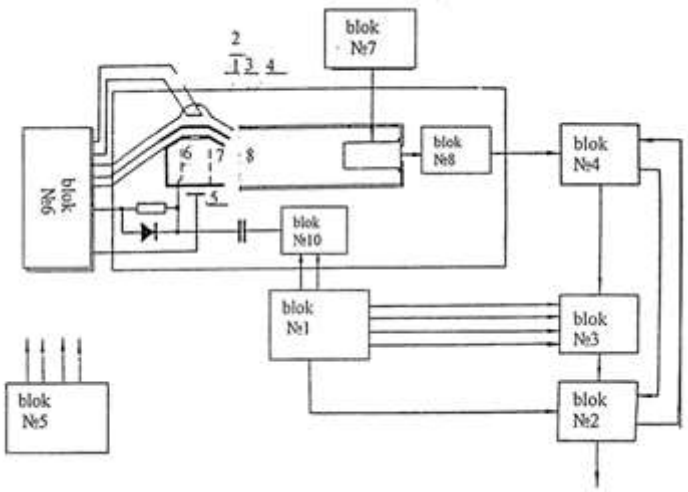
TƏCRÜBƏ

Təcrübələrdə yüksək gərginlikli elektrik qazboşalmasının arakəsməli və məşəl şəkilli növbələrindən istifadə edilmişdir (şək.1).



Şəkil 1. Arakəsməli qazboşalmasının elektrik sxemi

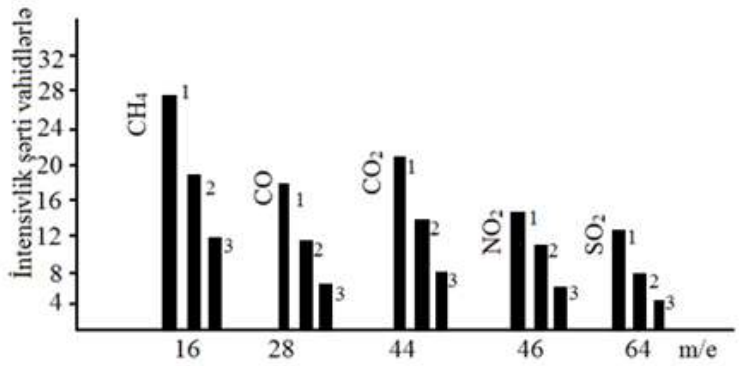
Tədqiqatlarda ifrat yüksək vakuum qurğusu və həcmdə qaz tərkibinə nəzarət etmək üçün, qaz ionlarını dreyf məsafəsində uçuş zamanına görə fərqləndirən MSX-4 markalı kütlə spektrometrindən istifadə edilmişdir. Şəkil 2-də cihazın blok sxemi təqdim olunmuşdur. Sxemə avtotransformator, yüksək gərginlikli transformator, ölçü cihazları, qazboşalması reaktorları və digər tamamlayıcı elementlər daxil edilmişdir.



Şəkil 2. Kütlə-spektrometrinin blok sxemi

Kütlə-spektroqrammasının analizindən məlum olur ki, CH_4 qazına daxil edilən qazlar termo və elektrik qazboşalmasının təsirləri ilə aktivləşdirilmiş adsorbentlər tərəfindən daha intensiv olaraq adsorbsiya olunur.

İşdə adsorbent olaraq, yataqları Azərbaycanda olan Aydağ təbii seolit-klinoptilolitdən istifadə edilmişdir.



Şəkil 3. CH_4 qazının tərkib hissəsinin daxil edilən qazlardan təmizlənməsinin kütlə spektroqramması

1 – ilkin qazların tərkibi, 2 – termoaktivləşdirilmiş adsorbentlə təmizlənmə,

3 – termo və elektrik təsirilə təmizlənmə.

Klinoptilolit vakuum şəraitində, 500^0S temperaturunda iki saat müddətində termoregenerasiya olunduqdan sonra, məşəl şəkilli qazboşalmasının təsirləri vastəsilə adsorbentin səthi 0,5 saat müddətində işlənərək, təkrar olaraq 0,5 saat vakuum şəraitində 500^0S temperaturunda saxlanılmışdır.

Kütlə-spektroqrammasının analizindən məlum olur ki, CH_4 qazına daxil edilən qazlar termo və elektrik qazboşalmasının təsirləri ilə aktivləşdirilmiş adsorbentlər tərəfindən daha intensiv olaraq adsorbsiya olunur. Təcrübələrdə əldə edilən nəticələri, elektrik qazboşalmasının adsorbentə təsiri nəticəsində adsorbentin səthinin, o cümlədən məsamələrinin daxili səthinin də daha dərindən təmizlənməsi və adsorbentin neytral vəziyyətdən elektrik yüklü vəziyyətə keçməsi ilə izah etmək olar.

Təcrübi tədqiqatların nəticələrindən məlum olmuşdur ki, təbii qazın tərkib hissəsinin zərərli maddələrdən effektiv təmizlənməsi üçün elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan adsorbent – təbii seolit-klinoptilalitdən istifadə edərək təbii qazın daha yüksək səviyyədə təmizlənməsinə nail olunur.

1. Кужекин И.П., Курбанов Э.Дж., Сильные электрические поля и импульсные разряды в воде //Вестник МЭИ, 2008, №2, Москва, с.33- 36.

2. Дмитриев Е.В., Гашимов А.М., Гурбанов К.Б., Применение клиноптилолита в качестве зернистых фильтрующих материалов при очистке воды // Сборник статей по электрофизике, Выпуск 5, Баку, Элм, 1997, с.74 – 76.

MƏSAMƏLİ MÜHİTDƏ MÜXTƏLİF FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLİ YAĞLARIN SIXIŞDIRILMASININ NEFTVERİMİNİN ARTIRILMASINA TƏSİRİNİN TƏDQİQİ

Elnur Əlizadə

Doktorant, "Neft-qaz mühəndisliyi" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0000-8531-1788

XÜLASƏ

Aparılmış tədqiqat işi fiziki-kimyəvi xassələri müxtəlif olan götürülmüş üç növ yağın (emal olunmuş transformator, maşın və parafinli yağ) laboratoriya şəraitində məsaməli mühitdəki xüsusiyyətlərini araşdırır. Tədqiqatın əsas məqsədi, bu yağların sıxışdırılma qabiliyyətlərini, su ilə qarşılıqlı təsirlərini və elektrokinetik xüsusiyyətlərini öyrənərək neftçıxarma proseslərinin səmərəliliyinin artırılması üçün elmi əsaslar yaratmaqdır. Təcrübələr zamanı yağların kinematik özlülüyü, xüsusi çəkisi, məsaməli mühitdə sıxışdırılma faizi, su ilə sıxışdırılma zamanı hasilat dərəcəsi və elektrokinetik davranışları təyin edilmişdir. Alınan nəticələr göstərmişdir ki, yağların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, xüsusilə də özlülük və xüsusi çəki, onların məsaməli mühitdəki davranışına əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Belə ki, ən aşağı özlülüyə malik olan parafinli yağ, digər yağlarla müqayisədə daha yüksək sıxışdırılma qabiliyyəti (57.5%) və su ilə sıxışdırılma zamanı daha yüksək çıxarılma faizi (58.6%) nümayiş etdirmişdir. Transformator yağı isə ən yüksək özlülüyə malik olub, ən aşağı sıxışdırılma göstəricilərinə malik olmuşdur. Su ilə sıxışdırma zamanı müqavimətin dəyişməsinin kompleks təhlili göstərmişdir ki, parafinli yağ süxurda daha sabit müqavimət göstərmişdir. Elektrokinetik tədqiqatlar isə yağların xüsusi çəki və özlülükləri ilə elektrokinetik davranışları arasında əlaqənin olduğunu ortaya çıxarmışdır. Yağların təzyiqdən asılı olaraq sərfiyyatı tədqiq edilmiş və həm süxur daxilində, həm də adi şəraitdə müxtəlif axın xüsusiyyətləri (özlü-plastik və özlü maye) müşahidə edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri sübut etmişdir ki, neftçıxarma proseslərində istifadə olunan yağların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin optimallaşdırılması, xüsusilə də özlülüyün və xüsusi çəkinin tənzimlənməsi, hasilatın əhəmiyyətli dərəcədə artmasına gətirib çıxara bilər. Parafinli yağın nümayiş etdirdiyi yüksək sıxışdırılma və hasilat göstəriciləri, bu növ yağların neft yataqlarının işlənilməsində daha səmərəli istifadəsi üçün perspektivlər açır. Tədqiqatın nəticələri neft sənayesi üçün praktik əhəmiyyətə malik olmaqla yanaşı, məsaməli mühitlərdə maye axını və qarşılıqlı təsirləri sahəsində gələcək tədqiqatlar üçün də əsas yaradır.

Açar sözlər: Hasilat, süxur, yağ, sıxışdırma, məsaməli mühit, özlülük, xüsusi çəki, elektrokinetika.

GİRİŞ

Neftvermə prosesini məqsədyönlü idarə etmək üçün neftin, qazın, suyun və onların qarışığının suxurlardan sıxışdırılmasının optimal şərtləri öyrənilməlidir. Neftvermə proseslərinə mayenin və qazların bərk cisimlərlə, mayelərin qazlarla qarşılıqlı təsiri mühüm rol oynayır. Bu prosesləri öyrənməklə neftvermənin optimal rejimini təyin etmək olar [1].

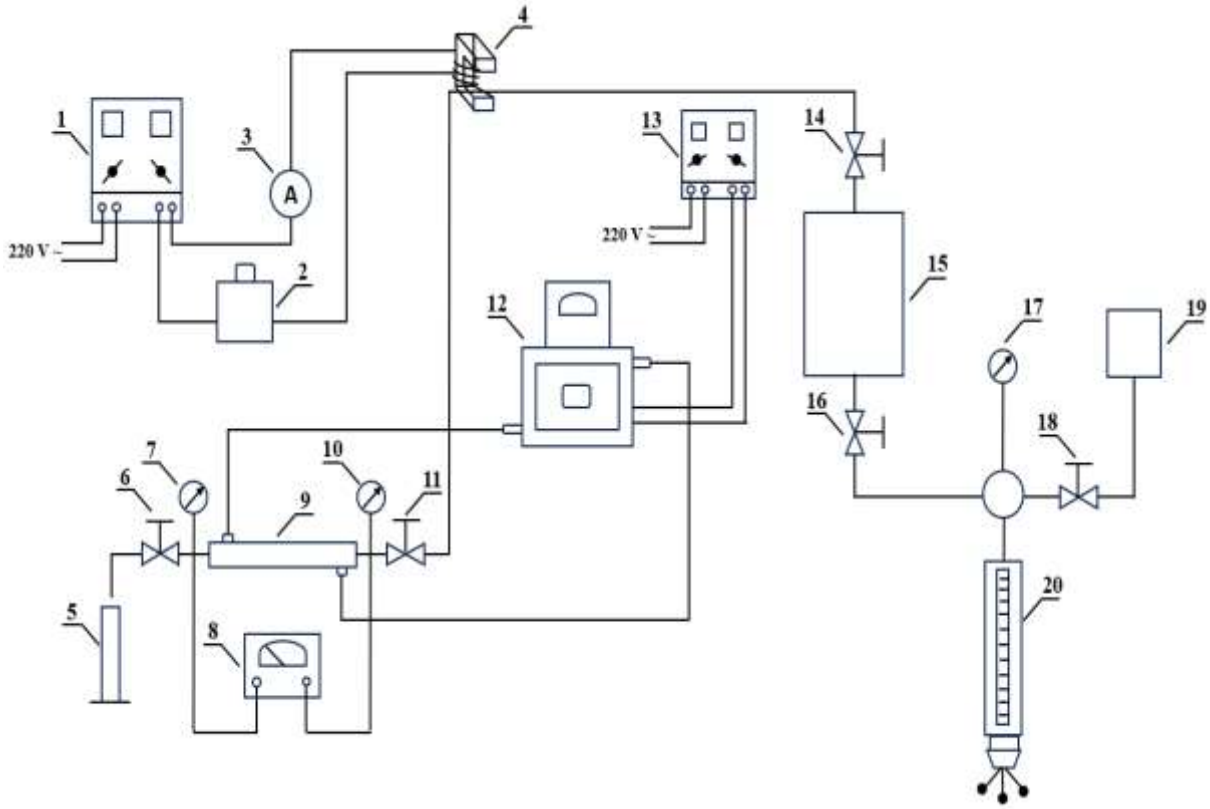
Məsaməli mühitdə özlü mayelərin sıxışdırılması prosesi neft-qaz sənayesində, yeraltı su resurslarının idarə olunmasında və digər bir çox geoloji və mühəndislik tətbiqlərində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu prosesin səmərəliliyini müəyyənləşdirən əsas amillərdən biri fiziki-kimyəvi göstəricilərdir. Məsaməli mühitdə maye axınına təsir edən fiziki-kimyəvi parametrlər, məsələn, özlülük, səthi gərginlik, duzluluq və ion tərkibi, həmçinin bu göstəricilərin mühitin məsamə strukturuna və səth xüsusiyyətlərinə qarşı qarşılıqlı təsiri, sıxışdırılma prosesinin kinetikasını və nəticələrini ciddi şəkildə dəyişə bilər [2].

Son illərdə bu sahədə aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, məsaməli mühitlərdə maye axınının təbiəti yalnız fiziki parametrlərlə deyil, həm də kimyəvi təsir mexanizmləri ilə sıx əlaqəlidir. Xüsusilə, kimyəvi reagentlərin məsaməli strukturlara nüfuz etmə qabiliyyəti və onların səthlərdə əmələ gətirdiyi dəyişikliklər sıxışdırılma prosesinin effektivliyinə əhəmiyyətli təsir edir. Aparılmış tədqiqat işləri

göstərir ki, ion tərkibinin dəyişdirilməsi və ya nanohissəciklər əsasında hazırlanmış reagentlərin tətbiqi ilə məsamə strukturlarında kapilyar qüvvələrin idarə olunması mümkündür ki, bu reagentin yayılma və reaksiya dinamikası, sıxışdırılma prosesinin idarə olunması ilə bilavasitə əlaqəlidir [3]. Qeyd olunan proseslərin əsas təsir mexanizmlərini başa düşmək üçün məsaməli mühitlərin səth enerjisi, kapilyar qüvvələr və sorbsiya hadisələri kimi aspektləri nəzərə almaq vacibdir [4].

Bundan əlavə, səthi aktiv maddələrin istifadəsi ilə mayelərin məsamələrdə hərəkətini asanlaşdıran metodlar geniş araşdırılıb. Xüsusilə, son dövrlərdə neft yataqlarında tətbiq olunan səthi aktiv maddələr və polimerlərin effektivliyini artırmaq üçün onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin optimallaşdırılmasına dair tədqiqatlar əhəmiyyətli nəticələr vermişdir. Bu cür yanaşmalar məsaməli mühitin struktural xüsusiyyətlərini daha dərindən anlamaq üçün yeni imkanlar açır [5].

Aparılmış təcrübi işlər göstərir ki, temperatur və təzyiq dəyişiklikləri fiziki-kimyəvi təsirləri artıraraq, özlü mayelərin sıxışdırılma kinetikasını optimallaşdırmaqda həlledici rol oynayır. Bu mexanizmlərin hərtərəfli öyrənilməsi isə yalnız nəzəri əhəmiyyət daşımır, həm də sənayedə daha səmərəli tətbiq üsullarının hazırlanmasını təmin edir. Qeyd olunan məsələlər baxımından məsaməli mühitlərdə sıxışdırılma proseslərinə aid tədqiqatların davam etdirilməsi və əldə olunan nəticələrin inteqrativ modellər vasitəsilə təhlili, bu sahədə yeni imkanlar və perspektivlər açmışdır [6].



Şəkil 1. Təcrübə qurğusunun sxematik təsviri.

METODOLOGİYA

Tədqiq olunan özlü mayelərin (yağ) məsaməli mühitdə sıxışdırılması prosesi şəkil 1-də təsvir olunan sxem üzrə həyata keçirilmişdir.

Təcrübə qurğusu bu hissələrdən ibarətdir: УСА-4А tipli cərəyan tənzimləyiciləri (1,13), SUNTEK 2000 VA tipli gərginlik tənzimləyicisi (2), voltampermetr (3), elektomaqnit (4), menzurka (5), ventillər (6,11,14,16,18), manometrlər (7,10,17), giriş müqaviməti yüksək olan URV-2M tipli potensiometr (8), yüksək yəzyiqli kolonka (9), termostat (12), PVT tipli yüksək təzyiqli bomba (15), maye üçün çən (19), ölçü pressi (20).

Uzunluğu 120.4 sm, diametri 4.2 sm olan xətti lay modeli götürülmüş, modelin daxili səthinə izolyasiyanı təmin etmək üçün epoksid yapışqanı tətbiq olunmuşdur. Model 75% kvars qumu, 25% gil qarışığından ibarət məsaməli mühit ilə doldurulmuş, sıx məsaməli mühitə nail olunması üçün kalonka hər dəfə şaquli vibrasiya-döyəcləmə üsulu ilə yeni porsiya süxur əlavə olunmaqla məsaməli mühit doldurularaq qum-gil qarışığının boruda sıx yerləşməsi təmin olunmuşdur. PVT bombası ilə (15) məsaməli mühit tədqiq olunan maye ilə doldurulur, maye və məsaməli mühit qabaqcadan vakuumlaşdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, məsamələrdə yerləşən havanı tam ixrac etmək ücün tədqiq olunan mayenin suxura vurulması zamanı sistemdə periodik olaraq təzyiq qaldırılır və maye kəskin buraxılır. Kolonkada təzyiqin artması zamanı qazın qismən həll olması və böyük təzyiq fərqi hesabına kolonkada qazın süzülməsi ilə məsaməli mühit qazdan yaxşı təmizlənir. Daha sonra, özlü maye birfazalı vəziyyətdə PVT bombasından məsaməli mühitə keçirilmişdir. Bunun üçün yüksək təzyiqli kolonka (9) PVT bombası ilə birləşdirilir. Özlü maye süxurun məsamələrinə press (20) vasitəsilə sıxışdırılır və sıxışdırmanın sonunda ölçü qabına yığılan ümumi yağ miqdarı qeyd olunur.

Təcrübənin növbəti mərhələsi məsaməli mühitdə qalan yağı su ilə sıxışdırmaqdır. Bunun üçün bombanın çıxış ventili bağlanır, giriş ventili açılır. Bombanın girişi qaz (azot və ya karbon qazı) xəttinə birləşdirilir və 4-5 atm təzyiq tətbiq olunaraq bombanın porşeni aşağı salınır. Bunun ardınca qaz xətti bombadan ayrılır və bombanın girişi vakuum-nasosa qoşulur. 10-15 dəqiqə sonra, sistem tam vakuumlaşdırılır və vakuum-nasos bombadan ayrılır. Bu bombaya suyun asan daxil olmasını təmin etmək üçün tətbiq olunur. Bundan sonra qıf götürülür və rezin boru vasitəsilə bombanın girişinə birləşdirilir. Bombaya havanın daxil olmasının qarşısını almaq üçün əvvəlcə giriş ventili bağlanır, yalnız su qıfa müəyyən səviyyədə dolduruldan sonra giriş ventili açılır və su bombaya doldurulur. Su bombaya dolduqca, qıfda suyun səviyyəsi azaldığından mütəmadi olaraq qıfa yağ əlavə olunmaqla tam dolma təmin olunduqdan sonra qıf bombadan ayrılır. Məlum üsulla bombanın su ilə doldurulması aparıldıqdan sonra təyin olunmuşdur ki, bombaya daxil olan suyun həcmi 800 ml təşkil etmişdir. Sistemdən ehtimal olunan yarana biləcək hava boşluğunu yuxarıda qeyd olunan metodika üzrə kənarlaşdırdıqdan sonra qurğu işə salınır. Bombanın giriş ventili bağlanır, çıxış ventili açılır və press vasitəsilə pressə çəndən yağ doldurulur. Daha sonra çəndən pressə gələn xətt bağlanır, bombanın giriş ventili açılır və press vasitəsilə yağ bombaya aşağıdan daxil olaraq porşeni yuxarı doğru qaldırmağa başlayır ki, bu da nəticədə porşenin yuxarısında olan, əvvəlcədən doldurulan suyun porşenin qaldırılma qüvvəsi nəticəsində məsaməli mühitə sıxışdırılmasını təmin edir. Qeyd etmək lazımdır ki, təcrübənin başlanğıcında suyun məsaməli mühitə çataraq oradakı yağı sıxışdırıb çıxartmasına müyyən vaxt tələb olunduğundan, bunun üçün ilkin olaraq aşağı təzyiq qiymətləri 5-8 atm seçilib tətbiq olunmuşdur. Bu eləcə də suyun məsaməli mühitə daxil olarkən, süxuru bərabər və nizamlı islatmasını təmin etmək məqsədi daşıyır. Artıq kolonkanın çıxışında qoyulan menzurkaya daxil olan ilk yağ damcısını müşahidə etdikdən sonra təzyiq aramla qaldırılır və normal intensivlikdə yağ damcılarının düşməsi təmin olunana qədər artan miqdarda müxtəlif təzyiqlər müəyyən zaman intervallarında tətbiq olunur. Normal intensivlikli yağ damcılarının düşməsi əldə olunan təzyiq işçi təzyiq olaraq seçilir və təcrübə həmin təzyiqdə axıra qədər aparılır. Bizim situasiyada bu təzyiq 20 atm təşkil etmişdir. İşçi təzyiq ilə yağın su ilə sıxışdırılması aparılmış, hər 5 dəqiqə intervalında sistemə daxil olan su miqdarı (pressə daxil olan su miqdarından təyin olunur), gərginlik, müqavimət, çıxan yağ miqdarı, çıxan su miqdarı götürülərək, qeyd olunur. Təcrübə çıxan qarışıqda suyun faizi ümumi miqdarın 5-6 %-ni təşkil edənə qədər davam etdirilir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Tədqiq olunan 3 müxtəlif yağın (emal olunmuş transformator yağı, maşın yağı və parafinli yağ) laboratoriya şəraitində kapilyar viskozimetr vasitəsilə kinematik özlülükləri və areometr vasitəsilə nisbi sıxlıqları (xüsusi çəki) təyin olunmuşdur. Emal olunmuş transformator yağı üçün kinematik özlülük 198 mm^2/san, maşın yağı üçün 47.49 və parafinli yağ üçün 24.9 mm^2/san müəyyən olunmuşdur (şəkil 2). Xüsusi çəkiyə gəldikdə isə bu emal olunmuş transformator yağı üçün 0.971 kq/m^3, maşın yağı üçün 0.85 və parafinli yağ üçün 0.84 kq/m^3 olaraq təyin olunmuşdur (şəkil 3).

(a) (b) (c)

Şəkil 2. Tədqiq olunan yağların "Enqler" kapillyar viskozimetri vasitəsilə kinematik özlülüyünün təyini

a - transformator yağı, b – avtomobil yağı, c – parafin yağı.

(a) (b) (c)

Şəkil 3. Tədqiq olunan yağların areometr vasitəsilə xüsusi çəkisinin təyini

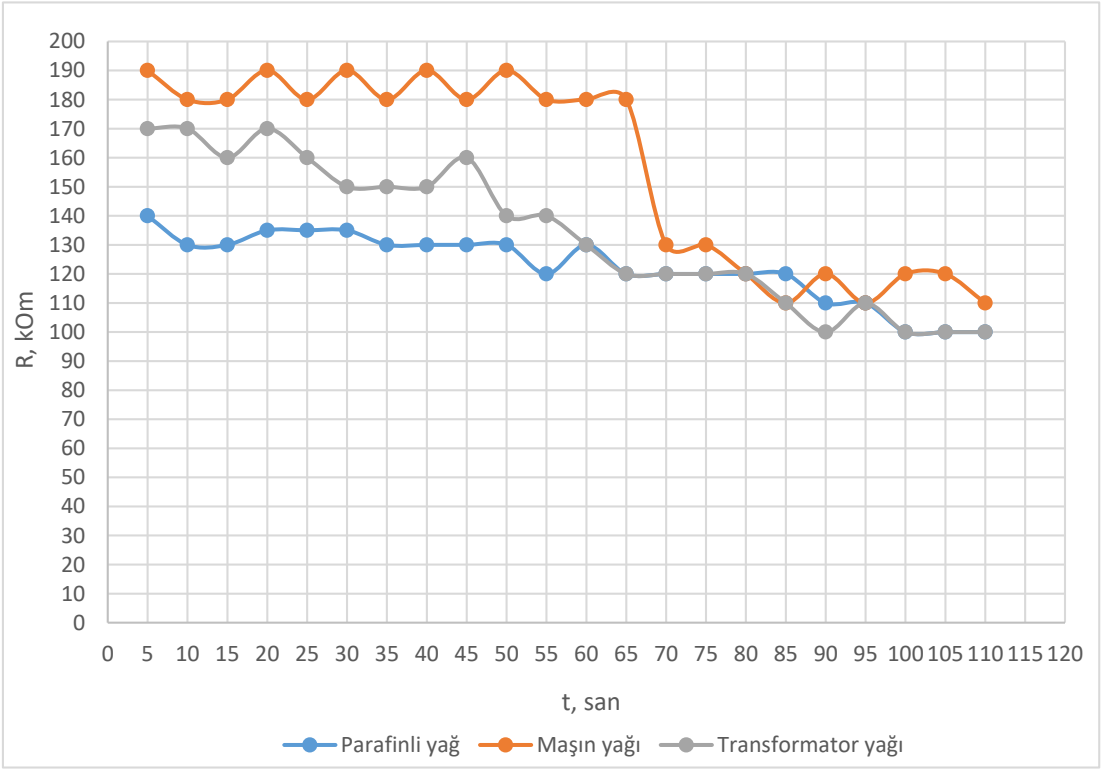
a - transformator yağı, b – avtomobil yağı, c – parafin yağı.

Növbəti olaraq, sıxlıqları və özlülükləri təyin olunan yağların süxurda özünü necə aparmasına, sıxışdırma xüsusiyyətlərinin təyininə əsaslanır. Bunun üçün daha əvvəl qeyd olunan metodika üzrə yağların əvvəlcə məsaməli mühitə sıxışdırılması həyata keçirilmişdir. Bu zaman məlum olmuşdur ki,

800 ml emal olunmuş transformator yağının məsaməli mühitə sıxışdırılması zamanı 330 ml yağın, eyni həcm maşın yağının sıxışdırılması zamanı 380 ml, parafinli yağın sıxışdırılması zamanı isə 460 ml yağın sıxışdırılmasına nail olunmuşdur. Bu miqdarları faizlə ifadə etsək, emal olunmuş transformator yağında 41.2%, maşın yağında 47.5% və parafinli yağda 57.5% sıxışdırma faizi müşahidə olunmuşdur.

Sıxışdırma faizini müəyyənləşdirdikdən sonra növbəti mərhələdə süxurda hələ də mövcud olan, ilişib qalan yağın su ilə sıxışdırmasını həyata keçirərək, neftçıxarmada vacib əhəmiyyət kəsb edən parametrlərin dəyişməsini təyin etməkdir. Qeyd olunmuş metodika üzrə süxurda qalan hər bir yağın su ilə sıxışdırılması həyata keçirilmişdir. Məlum olmuşdur ki, bu zaman emal olunmuş transformator yağının su ilə sıxışdırılması zamanı sonda 310 ml su, 178 ml yağ, maşın yağının sıxışdırılması zamanı 340 ml su, 220 ml yağ və nəhayət parafinli yağın sıxışdırılması zamanı isə 408 ml su və 200 ml yağın sıxışdırılması əldə olunmuşdur. Faizlə miqdarlara gəldikdə, su ilə sıxışdırma zamanı sonda emal olunmuş transformator yağında 38.7% su, 48.1% yağ, maşın yağında 42.5% su, 52.3% yağ və parafinli yağda 51% su, 58.6% yağ təşkil etmişdir.

Su ilə sıxışdırma zamanı süxurda yaranan müqavimətin dəyişməsi şəkil 4-də təsvir olunmuşdur.



Şəkil 4. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı süxurda yaranan müqavimətin zamandan asılı olaraq dəyişməsi.

Təcrübə üç fərqli yağ növü - parafinli yağ, maşın yağı və transformator yağı ilə aparılmış, müqavimətin zamandan asılı necə dəyişdiyini təhlil edərkən, hər bir yağın sıxışdırılma prosesində süxur ilə necə qarşılıqlı təsirdə olduğunu daha aydın görmək mümkün olur.

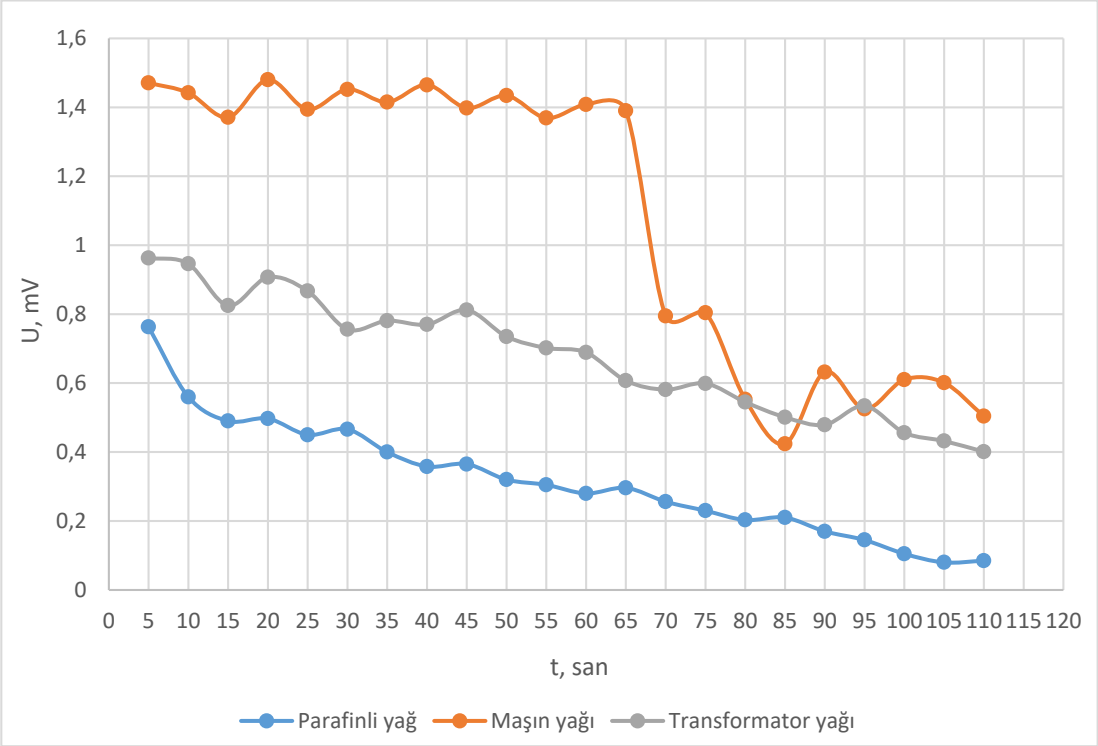
Əvvəlcə, təcrübənin başlanğıc anlarında hər bir yağın müqavimətinə baxaq. Parafinli yağın müqaviməti 140 kOm-dan başlamışdır ki, bu da onun sıxışdırılma zamanı daha stabil bir qarşılıqlı təsir yaratdığını göstərir. Maşın yağı isə təcrübənin əvvəlində ən yüksək müqavimətə malik olmuşdur (190 kOm). Bu, maşın yağının süxurla qarşılıqlı təsirində daha yüksək müqavimət göstərdiyini, daha az keçirici olduğunu və daha az təzyiq altında sıxıldığını göstərir. Transformator yağı isə müqavimətini təxminən 160 kOm səviyyəsində saxlamış və bu, onun aralıq xüsusiyyət daşıdığını göstərmişdir.

İlk 60 saniyə ərzində bütün yağların müqavimətində kiçik dəyişikliklər özünü göstərsə də bu dövr ərzində ümumi olaraq müqavimət hər 3 yağ üçün sabit qalmışdır. Bu, yağların sıxışdırılma zamanı əvvəlki təzyiqə qarşı müqavimətinin nisbətən az dəyişdiyini və süxurla qarşılıqlı təsirinin daha az

intensiv olduğunu göstərir. Lakin 60-cı saniyədən sonra müqavimət göstəricilərində diqqətəlayiq dəyişikliklər baş vermişdir. Xüsusilə maşın yağında kəskin müqavimət azalması prosesinin başladığı görülmüşdür. Maşın yağının müqaviməti 60 saniyədən sonra sürətlə düşmüş və təxminən 125 kOm-a enmişdir. Bu, maşın yağının süxurda daha sürətlə sıxışdırılmasını, nəticədə keçiriciliyinin daha tez artdığını göstərir. Eyni zamanda bu azalma, maşın yağının sıxılma zamanı daha az sabit olduğunu və strukturunun daha az müqavimət göstərərək keçiriciliyinin dəyişdiyini ifadə edir. Parafinli yağda isə müqavimətin azalma sürəti daha tədricən baş vermiş və 120 saniyə sonunda müqavimət 120 kOm səviyyəsinə düşmüşdür. Bu, parafinli yağın sıxışdırılması zamanı daha sabit və davamlı olduğunu, süxurla qarşılıqlı təsirinin daha az dəyişkən olduğunu göstərir. Transformator yağı da müqavimətini tədricən azaltmış və sonda 130 kOm ətrafında sabit qiymətə çatmışdır. Bu, transformator yağının sıxışdırılma zamanı müəyyən bir sabitlik nümayiş etdirdiyini və süxurun keçiriciliyinin yavaş-yavaş artdığını göstərir.

Təcrübənin nəticələrini nəzərdən keçirərkən, yağların fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərinin onların sıxışdırılma xüsusiyyətlərinə təsir etdiyi açıq-aydın görünür. Maşın yağı, yüksək başlanğıc müqavimətinə baxmayaraq, sürətli bir azalma göstərmişdir ki, bu da onun daha sürətli sıxılma və keçiricilik artımını işarə edir. Parafinli yağ isə müqavimətini daha sabit saxlamış və bununla da süxurda daha davamlı təsir göstərdiyini təsdiq etmişdir. Bu xüsusiyyətlər, yağların süxur keçiriciliyinin artırılması prosesində seçilməsini və tətbiq edilməsini vacib edir.

Yağların su ilə sıxışdırılması zamanı süxurda yaranan gərginliyin zamandan asılı olaraq dəyişməsi şəkil 5-də təsvir olunmuşdur.

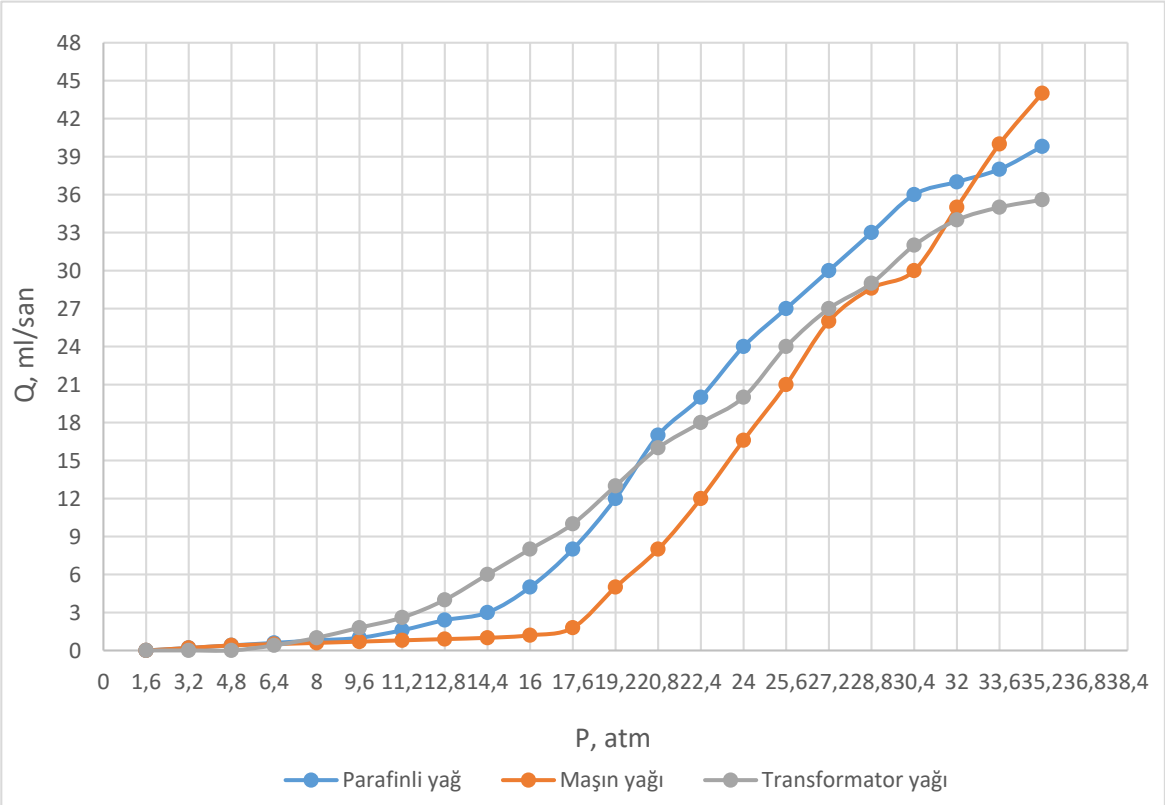


Şəkil 5. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı süxurda yaranan gərginliyin zamandan asılı olaraq dəyişməsi.

Qrafikdən aydın olur ki, başlanğıc anda maşın yağı üçün ən yüksək gərginlik (1,4 mV), transformator yağı üçün orta (0,9 mV), parafinli yağ isə ən aşağı gərginlik (0,8 mV) müşahidə olunmuşdur. İlk 60 saniyə ərzində maşın yağı nisbətən sabit gərginlik nümayiş etdirmiş, transformator yağı tədricən zəifləyən bir azalma, parafinli yağ isə daha sabit və azalma meylli davranış sərgiləmişdir. Lakin 60-cı

saniyədən sonra maşın yağında gərginlik kəskin şəkildə azalmış və təxminən 0,5 mV səviyyəsinə enmişdir. Bu, maşın yağının sıxışdırılması zamanı gərginlik paylanmasının süxur daxilində sürətlə dəyişdiyini və yağın elektrokinetik xüsusiyyətlərində böyük dəyişikliklərin baş verdiyini göstərir. Transformator yağı isə nisbətən yavaş bir azalma nümayiş etdirərək, 120-ci saniyədə 0,6 mV səviyyəsinə qədər sabitləşmişdir. Parafinli yağda isə ən az dəyişiklik müşahidə edilmiş, gərginlik tədricən azalmış və nəticədə 0,4 mV səviyyəsində sabitləşmişdir. Bu nəticələr yağların süxurla qarşılıqlı təsiri zamanı yaranan elektrokinetik davranışları aydınlaşdırmış və onların sıxışdırılma qabiliyyətlərini müqayisə etməyə imkan yaratmışdır. Maşın yağının yüksək başlanğıc gərginliyə malik olub, daha sonra sürətlə azalması onun elektrokinetik sabitliyinin daha az olduğunu göstərmişdir ki, halbuki parafinli və transformator yağları üçün bu daha stabil olmuş və daha az dəyişikliklər nümayiş etdirmişdir. Qeyd olunan bu məlumatlar neft yataqlarının işlənməsi proseslərində elektrokinetik hadisələrin nəzərə alınması və uyğun işçi mayelərin seçilməsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Sıxışdırılan yağ sərfinin təzyiqdən aslılığı şəkil 6-də təsvir olunmuşdur.



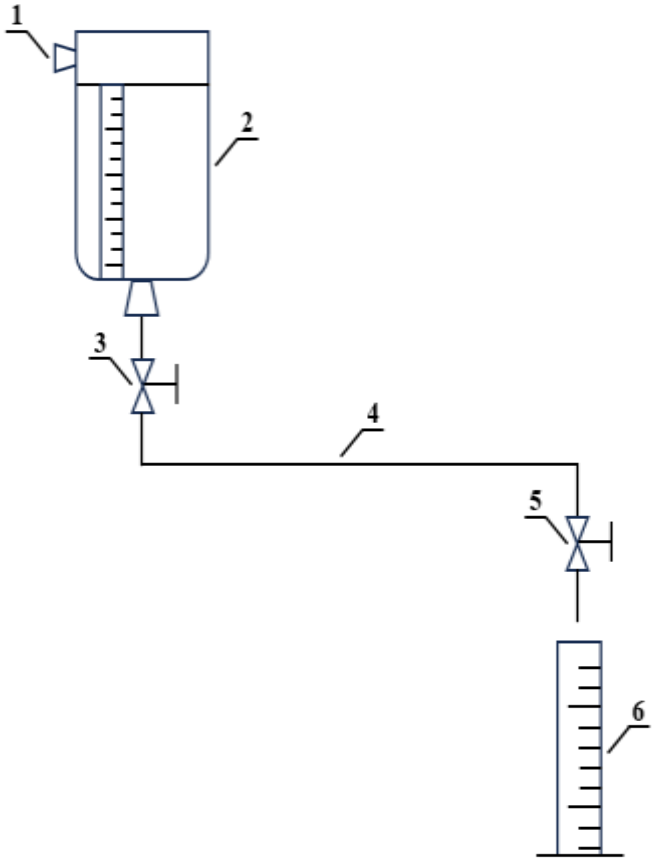
Şəkil 6. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı yağ sərfinin təzyiqdən asılılığı.

Qrafikdən görünür ki, ilkin təzyiq intervalında (0-14 atm) bütün yağlar üçün sərf dəyərləri olduqca aşağı olmuş və əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə edilməmişdir. Təzyiqin artması ilə (16 atm-dan sonra) isə sərf kəskin şəkildə yüksəlmişdir. Bu mərhələdə parafinli yağ ən yüksək sərf artımı nümayiş etdirmiş, bu isə onun daha az özlülüyə malik olmasını və süxurdan daha asan keçə bilməsi ilə izah olunur. Maşın yağı ilkin olaraq ən aşağı yağ sərfi göstərmiş olsa da, 25 atm təzyiqdən sonra sərf sürəti əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu yağın başlanğıcda daha yüksək müqavimət göstərməsi və onun süxurla daha sıx qarşılıqlı təsirdə olması ilə daha çox enerji tələb edilməsini ifadə edir. Transformator yağı isə ilk olaraq aralıq dəyişmə göstərsə də sona doğru sərf göstəriciləri digər yağlarla müqayisədə daha zəif artım göstərmişdir ki, bu da onun özlülük xüsusiyyətləri ilə bilavasitə bağlıdır.

Ümumilikdə, təcrübə nəticələri göstərmişdir ki, təzyiq artımı ilə yağ sərfi qeyri-xətti şəkildə artır, bu da təzyiqin süxur daxilində yağların axıcılığına təsirini vurğulayır. Parafinli yağ daha yüksək keçiricilik

göstərərək yüksək təzyiqdə effektiv çıxarılma potensialını göstərmişdir, ən aşağı səmərə isə emal olunmuş transformator yağında müşahidə olunmuşdur. Bu məlumatlar, neft yataqlarının işlənməsi zamanı müxtəlif yağ növlərinin seçilməsi və onların tətbiq strategiyalarının təyin edilməsində mühüm rol oynayır.

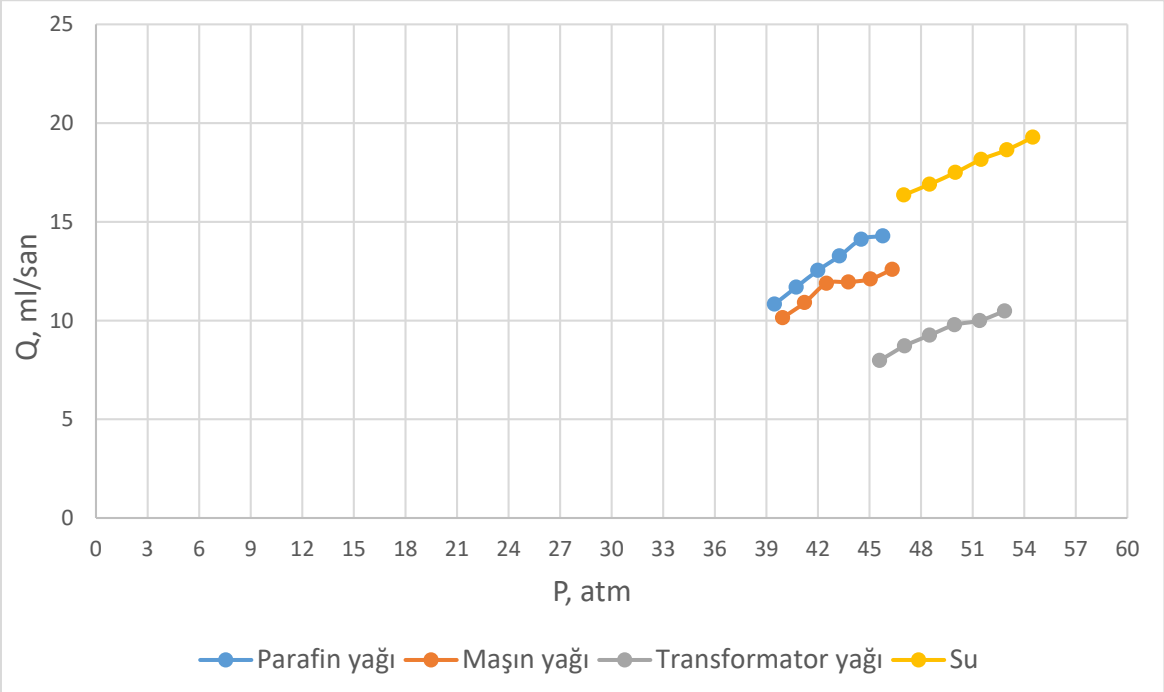
Məsaməli mühitdə tədqiq olunan yağların su ilə sıxışdırılması zamanı onların süxur daxilində elektrokimyəvi xassələrinin kompleks təhlili, həmin yağların süxur daxilində özlü-plastik maye xassəsi nümayiş etdirdiyi məlum olmuşdur. Tədqiq olunan yağların süxur daxilində deyil, normal şəraitdə hansı xassələr göstərməsini təyin etmək üçün laboratoriya şəraitində xüsusi təcrübi qurğu işlənilib hazırlanmış, götürülmüş yağlarla təcrübələr bir neçə dəfə təkrarlanaraq aparılmışdır (şəkil 7).



Şəkil 7. Təcrübə qurğusunun sxematik təsviri.

Təcrübə qurğusu bu hissələrdən ibarətdir: mayenin balona daxilolma girişi (1), şüşə balon ventillər (3,5), axın xətti (4), ölçü qabı (6). Həcmi 4 litr olan şüşə balon tədqiq olunan yağla doldurulmuş, əvvəlcədən təyin olunmuş intervallar üzrə yağın axıdılmasının zamandan asılı sərf miqdarı təyin olunmuşdur. Təcrübənin nəticələrinin dayanıqlığı və düzgünlüyünü müqayisə etmək məqsədilə, həmin təcrübə göstərilmiş metodika üzrə su ilə də aparılmış, nəticələri emal olunmuşdur (şəkil 8).

Şəkil 8-də təsvir olunan qrafikdən aydın olur ki, tədqiq olunan 3 müxtəlif yağ (emal olunmuş transformator yağı, maşın yağı və parafinli yağ) qeyd olunan metodika üzrə aparılmış təcrübələrin nəticələrinin kompleks təhlili nəticəsində özlü maye xüsusiyyətləri nümayiş etdirməsi müəyyən olunmuşdur. Qrafikdən görünür ki, su ilə aparılan təcrübənin nəticələri təbii olaraq onun Nyuton mayesi olduğunu göstərmişdir ki, bu da yağlarla aparılmış qeyd olunan təcrübə nəticələrinin dayanıqlığını və dəqiqliyini sübut edir.



Şəkil 8. Yağın sərfinin təzyiqdən asılılıq qrafiki.

NƏTİCƏLƏR

Laboratoriya şəraitində 3 müxtəlif fiziki-kimyəvi xassəli yağ götürülmüş, onların həm süxur daxilində, həm də adi şəraitdə elektrokimyəvi və maye xüsusiyyətlərini öyrənmək məqsədilə tədqiqatlar aparılmış, aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur.

1. Tədqiq olunan yağların kapillyar viskozimetr vasitəsilə kinematik özlülükləri təyin olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, transformator yağı 198 mm^2/san göstərici ilə ən yüksək özlülüyə, maşın yağı 47.49 mm^2/san göstərici ilə orta və parafinli yağ isə 24.9 mm^2/san ilə aşağı özlülüyə malik olmuşdur.

2. Götürülmüş yağların areometr vasitəsilə xüsusi çəkiləri müəyyənləşdirilmişdir. Alınan nəticələrə görə emal olunmuş transformator yağının xüsusi çəkisi emal olunmuş transformator yağında 0.971 kq/m^3, maşın yağında 0.85 və parafinli yağda 0.84 kq/m^3 olaraq təyin olunmuşdur.

3. Aparılmış təcrübələr nəticəsində məlum olmuşdur ki, müxtəlif sıxlıqlara və özlülüklərə malik yağların məsaməli mühitdə sıxışdırılma xüsusiyyətləri fərqlənir. 800 ml həcmində yağ nümunələrinin məsaməli mühitə sıxışdırılması zamanı əldə edilən nəticələr göstərmişdir ki, emal olunmuş transformator yağı 41.2% (330 ml), maşın yağı 47.5% (380 ml) və parafinli yağ isə 57.5% (460 ml) həcmində sıxışdırılmışdır. Bu nəticələr sübut edir ki, parafinli yağın məsaməli mühitdə sıxışdırılma qabiliyyəti digər yağlarla müqayisədə daha yüksəkdir. Yağların sıxışdırılma dərəcəsinin fərqlənməsi onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, sıxlıq və özlülüklə birbaşa əlaqəli olduğunu göstərir. Tədqiqatın nəticələri, məsaməli mühitlərdə müxtəlif növ yağların istifadəsində daha səmərəli yanaşmaların tətbiqi üçün mühüm elmi əsas yaradır.

4. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində süxurda qalan yağların su ilə sıxışdırılma prosesində baş verən dəyişikliklər müəyyən edilmişdir. Təcrübələr göstərmişdir ki, su ilə sıxışdırma nəticəsində emal olunmuş transformator yağı üçün sonda 310 ml su (38.7%) və 178 ml yağ (48.1%), maşın yağı üçün 340 ml su (42.5%) və 220 ml yağ (52.3%), parafinli yağ üçün isə 408 ml su (51%) və 200 ml yağ (58.6%) əldə olunmuşdur. Bu nəticələr göstərir ki, su ilə sıxışdırma prosesində yağın çıxarılma dərəcəsi yağın növündən və onun süxurla qarşılıqlı təsirindən asılı olaraq dəyişir. Parafinli yağın daha yüksək sıxışdırma faizinə malik olması, onun məsaməli mühitdə daha yaxşı çıxarılma xüsusiyyətlərinə sahib olduğunu sübut edir ki, bu da bilvasitə onun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri ilə izah olunur. Qeyd olunan

tədqiqatın nəticələri neftçıxarma proseslərində səmərəliliyin artırılması üçün əhəmiyyətli parametrlərin optimallaşdırılmasına dair dəyərli məlumatlar təqdim edir.

5. Tədqiq olunan yağların məsaməli mühitdə su ilə sıxışdırılması zamanı müqavimətin dəyişməsi xarakteri təhlil olunmuşdur. Aparılmış təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, yağların fiziki və kimyəvi xüsusiyyətləri onların sıxışdırılma və keçiricilik xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Emal olunmuş transformator yağı və maşın yağının su ilə sıxışdırılması zamanı təcrübənin əvvəlində süxur yüksək başlanğıc müqavimətə malik olmuş, təcrübənin sonuna doğru isə əhəmiyyətli dərəcədə azalma nümayiş etdirmişdir. Parafinli yağ isə daha sabit müqavimət göstərmiş və süxur daxilində uzunmüddətli təsir yaratmışdır. Bu nəticələr sübut edir ki, parafinli yağ digər yağlarla müqayisədə süxurda daha davamlı təsir göstərmə qabiliyyətinə malik olmuş, bu zaman müqavimətin dəyişməsi cüzi olmuşdur. Bu xüsusiyyətlər, neftçıxarma proseslərində optimal rejimlərin seçilməsində mühüm rol oynayaraq, yağların sıxışdırılmasının süxurların keçiriciliyinə təsirini nəzərə alınmasını zəruri edir.

6. Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yağların elektrokinetik davranışları onların süxurla qarşılıqlı təsir xüsusiyyətlərinə və sıxışdırılma qabiliyyətlərinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Başlanğıcda maşın yağı üçün ən yüksək gərginlik (1,4 mV), emal olunmuş transformator yağı üçün orta (0,9 mV), parafinli yağ üçün isə ən aşağı gərginlik (0,8 mV) qeydə alınmışdır. Təcrübənin sonunda isə emal olunmuş transformator yağı və maşın yağında müəyyən səviyyədə azalma qeydə alınmışdır. Parafinli yağda isə əhəmiyyətli dəyişiklik müşahidə olunmuş və gərginlik azalaraq 0,4 mV səviyyəsinə qədər sabitləşmişdir. Bu nəticələr göstərmişdir ki, emal olunmuş transformator yağı və maşın yağının su ilə sıxışdırılması zamanı gərginliyin qismən, parafinli yağ üçün isə ciddi şəkildə azalması onların xüsusi çəkiləri və özlülükləri ilə birbaşa bağlıdır.

7. Su ilə yağların sıxışdırılması zamanı yağ sərfinin təzyiqdən asılılığı göstərmişdir ki, tədqiq olunan hər 3 yağ süxur daxilində özlü-plastik maye xüsusiyyətləri göstərmişdir.

8. Adi şəraitdə tədqiq olunan yağların sərfinin təzyiqdən asılılığına əsasən onların özlü maye xassələri göstərməsi müşahidə olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. A.M.Məmmədzadə. “Neftqazçıxartmada fiziki sahələrin qeyri-tarazlı effektlərin tətbiqinin nanotexnoloji əsasları”. Bakı-2021, s.207.

2. A.Mirzəcanzadə. Z.Əhmədov, R.Qurbanov. “Neft layının fizikası”. Bakı-1983, s.477.

3. Zoltán E. Heınemann. “Fluid Flow In Porous Media”. Leoben, October 2005, p.206.

4. Qihong F., Luming C., Caili D., Guang Z, Sen W. Effect of particle size and concentration on the migration behavior in porous media by coupling computational fluid dynamics and discrete element method. Powder Technology Volume 360, 15 January 2020, Pages 704-714.

5. Das, M. K., Mukherjee, P. P., & Muralidhar, K. (2018). Mechanical Engineering Series Modeling Transport Phenomena in Porous Media with Applications. Retrieved fromhttp://www.springer.com/series/1161.

6. B. Sibiryakov, L.W.B. Leite, E. Sibiriakov. Porosity, specific surface area and permeability in porous media. Journal of Applied Geophysics Volume 186, March 2021, 104261.

MOBİL PLATFORMALARDA DAŞINABİLƏN ELEKTRONİKANIN İSTİFADƏ METODOLOGİYASI

Leyla ŞÜKÜROVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0002-1482-3879

Validə NURİYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0000-0002-7966-3688

XÜLASƏ

Məqsədimiz daşınabilən elektronika cihazlarının təhsil imkanlarını aşkar etmək və müasir elektron cihazların sistem proqram təminatı ilə işin əsaslarını öyrənmək üçün vasitə və metodları müəyyən etməkdir. Bunun üçün təhsilalanların gündəlik həyatında daşınabilən elektronikanın funksional imkanlarından istifadə edə bilmək prosesi nəzərdən keçirilmişdir. Tədqiqat zamanı analiz, sistemləşdirmə və nəticənin ümumiləşdirilməsi metodlarından istifadə olunmuşdur. Bu işin əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, mobil platformalarla işin əsaslarının öyrədilməsi zamanı daşınabilən elektronikadan istifadənin mümkünlüyü və məqsədəuyğunluğu göstərilmişdir. Həmçinin tədqiqatın nəticələri informatika müəllimləri tərəfindən müasir proqram təminatı ilə işin əsaslarının öyrədilməsində, dərslərdə müasir arxitektur həllər və aktual kompüter sistemləri və mobil cihazların müzakirəsi zamanı istifadə edilə bilər.

Açar sözlər: daşınabilən elektronika, fitnes bilərziklər, ağıllı saatlar, Wear OS, watchOS, mobil platforma

GİRİŞ

Müasir dövrdə müəllimlər, informasiya texnologiyaları ilə yaxından tanış olan, müasir cihaz və kompüterləri asanlıqla mənimsəyən şagirdlərlə qarşılaşırlar. Demək olar ki, bütün şagirdlər şəxsi kompüterə, planşetə, smartfona və ya digər müasir cihazlara malikdirlər. Kompüterdə işləməyi öyrənmək ilk növbədə cihazın əməliyyat sistemi ilə qarşılıqlı əlaqə qurmağı öyrənmək deməkdir. İstifadəçinin qarşısındakı sistem haqqında təsəvvürü olması, əməliyyat sistemini müstəqil şəkildə qurub tənzimləyə bilməsi, cihaz utilitləri ilə işləməyi bacarması və mümkün qədər mütəxəssisə müraciət etmədən problemləri həll edə bilməsi çox vacibdir[1].

Problem ondadır ki, məktəb informatika fənnində əməliyyat sistemlərinə və ümumilikdə sistem proqram təminatına kifayət qədər diqqət yetirmir və daşınabilən elektronikanın öyrənilməsi nəzərdə tutulmur. Bu sahə nisbətən yeni olsa da, kifayət qədər aktual və perspektivli bir istiqamət hesab olunur.

DAŞINABİLƏN ELEKTRONİKA VƏ ONUN İNSAN HƏYATINDA ROLU. Daşınabilən elektronika artıq sadəcə bir moda aksesuarı olmaqdan çıxmışdır, bu gün o, texnologiyanın müəyyən bir sahəsini təşkil edir, texnoloji trendə çevrilmişdir. Bu sadəcə adi istifadəçilər üçün deyil, həm də böyük korporasiyalar üçün vacibdir[2].

Bir neçə il əvvəl daşınabilən elektronika cihazları smart saatlar, fitnes-trakerlər və virtual qulaqcıqlarla məhdudlaşırdı. İndi isə idman məşqləri, tibbi məqsədlər və s. üçün istifadə oluna bilən “ağıllı” cihazlar ortaya çıxır.

Daşınabilən elektronika – bu, daşınabilən formada, tamamilə yeni elektron cihaz məhsuludur. Bu, insan bədənində yerləşən, internetlə və digər cihazlarla simsiz şəbəkələr və kabelli interfeyslər vasitəsilə məlumat mübadiləsi edən bir aksesuardır. O, sahibinin hərəkətləri və ya ətraf mühitdə baş verənlərə qarşı funksionallığı təmin edir. Daşınabilən elektronikanın birbaşa məqsədi ənənəvi formanı və müasir

elektron tərkibi birləşdirməkdir[3]. Buna görə də onu hara istəsəniz apara bilərsiniz. Belə cihazlara smart saatları, fitnes bilərzikləri, virtual reallıq eynəklərini və s. misal göstərə bilərik. Fitnes-bilərziklərin əsas məqsədi insanın fiziki vəziyyəti barədə məlumatları (adi fəaliyyət zamanı və idmanla məşğul olarkən) toplamaqdır. Gəlin nəzərdən keçirək, bir bilərzik simsiz və xarici sensorlardan istifadə etmədən necə məlumat toplaya bilər. Hər bir fitnes-bilərzik akselerometr ilə təchiz olunub – bu, obyektin məkan mövqeyini ölçən sensor, ürək döyüntüsünü ölçən sensor, maqnitometr, hiroskop və pedometrdən ibarətdir. Bədənin hərəkət etməyə başlaması ilə ağırlıq hərəkət edir, elektronika ilə təmasda olaraq obyektin üçölçülü məkanındakı mövqeyini, aktivliyi və ya hərəkətsizliyi barədə məlumatları oxumağa imkan verir.

Proqram təminatı toplanmış məlumatlar əsasında fitnes-bilərziklərinin yardımı ilə itirilmiş kaloriləri, ürək ritmini, addımların sayını və s. göstərməyə imkan verir. Məlumatlar Bluetooth vasitəsilə smartfona ötürülür. Fitnes-bilərziklərdə tam funksional əməliyyat sistemi yoxdur, ona görə də onlar ən çox yayılmış İOS və ya Android əməliyyat sistemləri ilə təchiz olunmuş mobil cihazlarla sinxronizasiya olurlar. Heç bir fitnes-traker smartfon olmadan işləyə bilmir, buna görə də bilərziklərin əməliyyat sistemi smartfonun əməliyyat sistemi ilə uyğun olması çox vacibdir[4].

“Ağıllı saatlar” və ya “smart-saatlar” müasir daşınabilən elektronikanın daha funksional bir variantıdır. Bir çox “smart-saat” modeli üçüncü tərəf tətbiqlərini dəstəkləyir və məşhur mobil əməliyyat sistemləri vasitəsilə idarə olunur[5]. Son yeniliklər bəzi saat modellərinə telefon zənglərini qəbul etməyə, Wi-Fi-ya qoşulmağa, SMS və elektron poçtlara cavab verməyə imkan verir.

Ən məşhur “smatr-saat” əməliyyat sistemləri bunlardır:

- WatchOS əməliyyat sistemi – Apple şirkətinin iOS platforması əsasında qurulmuş əməliyyat sistemi, AppleWatch saatlarında işləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur;

- Tizen OS əməliyyat sistemi – Linux nüvəsi əsasında qurulmuş açıq mənbəli əməliyyat sistemidir. İstifadəçi cihazın işləmə qabiliyyətini artırmaq üçün əməliyyat sisteminə öz dəyişikliklərini əlavə edə bilər;

- Wear OS əməliyyat sistemi – Google şirkətinin Linux nüvəsi əsasında qurulmuş və smart-saatlara quraşdırılan əməliyyat sistemidir;

NƏTİCƏ. Məktəb proqramında sistem proqram təminatının öyrənilməsinə kifayət qədər vaxt ayrılmaması və daşınabilən elektronika üçün daxili əməliyyat sistemləri ilə tanışlığın nəzərdə tutulmaması səbəbindən “Müasir elektron qurğuların sistem proqram təminatı” adlı kursun hazırlanması və keçirilməsi məqsədəuyğun hesab olunur. Bu kursun məzmunu faydalı və maraqlıdır. Faydalıdır, çünki müasir elektron qurğu istifadəçisi üçün daşınabilən elektronika və mobil cihaz yeniliklərini anlamaq çox vacibdir. Belə bir kursun hazırlanmasını təhsil prosesində innovasiyalardan biri hesab etmək olar. Bu kurs məktəb informatika proqramını zənginləşdirməyə, tədrisə müasir vasitələri daxil etməyə imkan verir. Bu da tədrisin uğurlu və səmərəli olmasına müsbət təsir göstərəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Thomas Renner, Mobile OS-Futures, Concepts and Challenges for Enterprise Environments, 2010

2. Application Security for the Android Platform by Jeff Six, 2012

3.Шевчук М. В., Шевченко В. Г. “Применение облачных технологий в обучении Педагогическая информатика” 2013. № 1. С. 83–89.

4. Mitra S., Gupta S., “Mobile learning under personal cloud with a virtualization framework for outcome based education”, “ Education and Information Technologies”, part of Springer Nature. URL: https://doi.org/10.1007/s10639-019-10043-z

5. Android Security Internals by Nikolay Elenkov, 2015

MÜASİR KƏND TƏSƏRRUFATINDA SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN AGRICULTURE

Zemfira Aliyeva

Mingachevir State University

ORCID NO:0000000258330075

ÖZƏT

BMT-nin hesablamalarına görə, 2050-ci ilə qədər dünya əhalisi 9,8 milyard nəfərə çatacaq və onu qidalandırmaq üçün indikindən 1,7 dəfə çox ərzaq tələb olunacaq. Ərzaq istehsalı ən azı 70% artmalı olacaq. Goldman Sachs ekspertlərinin və digər nüfuzlu şirkətlərin analitiklərinin fikrincə, yalnız yeni nəsil texnologiyalar qlobal kənd təsərrüfatının məhsuldarlığını belə geniş miqyasda artıra bilər.

Və bu, sadəcə bir fərziyyə deyil, artıq həyata keçirilən proqnozdur: analoq dövr başa çatıb, sənaye ikinci yaşıl inqilabın astanasındadır və hər bir kənd təsərrüfatı istehsalçısının demək olar ki, bütün kənd təsərrüfatı məhsullarını edə biləcəyi rəqəmsal dövrə qədəm qoyub. rəqəmsallaşdırma və avtomatlaşdırma vasitəsilə əməliyyatları mümkün qədər səmərəli etmək.

Kənd təsərrüfatının rəqəmsallaşdırılması kənd təsərrüfatı sektorunda proseslərin səmərəliliyini, dayanıqlığını və idarə olunmasını təkmilləşdirmək üçün rəqəmsal alətlərin və məlumatların istifadəsini əhatə edən innovativ metodlar toplusudur. O, müxtəlif texnologiyaları birləşdirir, o cümlədən:

- ağıllı sensorlar;
- İnternet resursları (IoT);
- süni intellekt (AI);
- məlumat analitikası;
- avtomatlaşdırma və robotlaşdırma;
- coğrafi informasiya sistemləri (GIS) və s.

Bütün bunlar istehsal proseslərini təkmilləşdirmək və kənd təsərrüfatında strateji əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün lazımdır.

Aqrar-sənaye sektorunun rəqəmsallaşdırılmasına torpaq və bitkilərin monitorinqi və idarə olunması, kənd təsərrüfatı maşın və avadanlıqlarının avtomatlaşdırılması, dəqiq kənd təsərrüfatı, su idarəetməsi, məhsuldarlığın proqnozlaşdırılması, hava şəraiti və sair kimi aspektlər daxil ola bilər.

Bütün bunlar xərclərin azaldılmasına və ətraf mühitə mənfi təsirin minimuma endirilməsinə yönəlib ki, bu da son nəticədə kənd təsərrüfatı sektorunun davamlı inkişafına töhfə verir. Kənd təsərrüfatında rəqəmsal texnologiyalardan istifadə istehsal proseslərinin optimallaşdırılmasına, əmək xərclərinin azaldılmasına, səmərəliliyin artırılmasına və məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına kömək edən müxtəlif sistemlərin inteqrasiyası yolu ilə həyata keçirilir.

Aqrar-sənaye kompleksinə tətbiq edilməsi planlaşdırılan texnologiyalar arasında robotlaşdırılmış sistemlər, təsərrüfatların idarə edilməsi üçün proqram sistemləri, kənd təsərrüfatı obyektlərinin monitorinqi üçün pilotsuz uçuş aparatlarından istifadə olunur.

Onlar kənd təsərrüfatı torpaqlarının aerofotoşəkillərini çəkir, real vaxt rejimində torpağın və bitkilərin vəziyyətini qiymətləndirməyə kömək edir, əlavə suvarmaya ehtiyacı olan sahələri müəyyənləşdirir, gübrə və pestisidlərin xərclərini optimallaşdırır, ümumi məhsuldarlığı artırır və müəyyən becərilən sortun potensialını maksimum dərəcədə artırır

Tam avtomatlaşdırma baxımından İngiltərədəki Hand Free Hectare ferması dünya üzrə master-klass göstərməyi bacardı. Burada tamamilə bütün kənd təsərrüfatı əməliyyatları avtomatlaşdırılıb: əkindən tutmuş məhsul yığımına qədər. 2,5 hektar sahədə 4,5 ton arpa yetişdirən tarlada yalnız pilotsuz təyyarələr və modifikasiya olunmuş traktorlar işləyir və bütün texniki heyət onların işinə nəzarət otağından nəzarət edir. İnsan faktorunu və əmək xərclərini maksimuma endiriblər.

Pilotsuz təyyarələr yerin ətraflı tədqiqini həyata keçirən daxili multispektral sensorlarla təchiz olunub. Sonra xüsusi kənd təsərrüfatı maşınları qiymətləndirmə üçün torpaq nümunələri götürür və uyğun mineral gübrələri seçir. Səpin də tam olaraq nəzarət altında olur və kameralar real vaxt rejimində yaranan zərərvericilər və alaq otları haqqında dərhal xəbərdar edir.

Bu cür modernləşdirməyə qoyulan bütün ilkin investisiyalar azaldılmış vaxt və əmək məsrəfləri, daha yaxşı emal keyfiyyəti və sabit məhsuldarlıqla öz bəhrəsini verir, avtomatlaşdırılmış iş proseslərinin effektivliyini təsdiqləyir.

Maşın öyrənməsi kənd təsərrüfatını intuitiv təcrübədən ehtiyatların dəqiq idarə edilməsi sisteminə çevirir ki, bu da məhsuldarlığın artırılması, sahələrin xəritələşdirilməsi, kənd təsərrüfatı texnikasının robotlaşdırılması, əkinlərin və məhsulların intellektual monitorinqi, proqnozlaşdırmasına kömək edir.

Aqrar sektorun gələcəyi süni intellektin tətbiqindən asılıdır.

Açar sözlər: süni intellect, robotlaşdırma, avtomatlaşdırma, ağıllı sensorlar, pilotsuz uçuş aparatları

ABSTRACT

According to UN estimates, the world's population will reach 9.8 billion by 2050, and 1.7 times more food will be needed to feed it. Food production will have to increase by at least 70%. According to Goldman Sachs experts and analysts of other influential companies, only new generation technologies can increase the productivity of global agriculture on such a large scale.

And this is not just a hypothesis, but a prediction that has already been realized: the analog era is over, the industry is on the verge of the second green revolution, and has entered the digital era, where every agricultural producer can make almost all agricultural products. making operations as efficient as possible through digitization and automation. The digitization of agriculture is a set of innovative methods that involve the use of digital tools and data to improve the efficiency, sustainability and management of processes in the agricultural sector. It combines various technologies, including:

• smart sensors;

• Internet resources (IoT);

• artificial intelligence (AI);

• data analytics;

• automation and robotization;

• geographic information systems (GIS), etc.

All this is necessary to improve production processes and make strategic decisions in agriculture.

Digitization of the agro-industrial sector may include aspects such as soil and plant monitoring and management, automation of agricultural machinery and equipment, precision agriculture, water management, yield forecasting, weather conditions, and more.

All this is aimed at reducing costs and minimizing the negative impact on the environment, which ultimately contributes to the sustainable development of the agricultural sector. The use of digital technologies in agriculture is implemented through the integration of various systems that help to optimize production processes, reduce labor costs, increase efficiency and improve product quality.

Among the technologies planned to be applied to the agro-industrial complex are robotic systems, software systems for farm management, and unmanned aerial vehicles are used for monitoring agricultural objects.

They take aerial photos of agricultural land, help assess soil and crop conditions in real time, identify areas in need of additional irrigation, optimize fertilizer and pesticide costs, increase overall yield, and maximize the potential of a particular crop variety.

In terms of full automation, the Hand Free Hectare farm in England managed to show a master class around the world. Here, all agricultural operations are completely automated: from planting to harvesting. The field, which grows 4.5 tons of barley on 2.5 hectares, is operated only by drones and modified tractors, and the entire technical staff monitors their work from the control room. They have minimized the human factor and labor costs.

Unmanned aerial vehicles are equipped with built-in multispectral sensors that perform a detailed survey of the ground. Then special agricultural machines take soil samples for evaluation and select suitable mineral fertilizers. Sprinkling is also fully monitored, and cameras provide instant warnings of emerging pests and weeds in real time.

All initial investments in such modernization pay off in reduced time and labor costs, better processing quality and stable productivity, confirming the effectiveness of automated work processes.

Machine learning transforms agriculture from an intuitive experience to a precision resource management system that helps increase productivity, map fields, robotize agricultural machinery, intelligently monitor and predict crops and crops.

The future of the agricultural sector depends on the application of artificial intelligence.

The future of the agricultural sector depends on the application of artificial intelligence.

Keywords: artificial intelligence, robotization, automation, smart sensors, unmanned aerial vehicles

BIOECOLOGICAL ANALYSIS OF SOME WILD SPECIES OF THE GENUS *ALLIUM* L. (*AMARYLLIDACEAE*)

Lala Zeynalabdın Gurbanova

Department of Biology, Fakulty of Agronomy,Azerbaijan State Agricultural University, Ganja st. Azerbaijan

ORCIDs: https://orcid.org /0009-0003-4572-7123

More than 870 species of plants belonging to the family *Amaryllidaceae*, belonging to 30 genera, are widespread in the world. 52 species of the genus *Allium* L. are widespread in the flora of Azerbaijan. All species distributed in the territory of Azerbaijan are suitable for food. The wild species of the genus *Allium*, which we have chosen as the object of research, have great bioresource value (decorative, nutritional, rich in vitamins, medicinal, honey-producing). Therefore, taking into account the incompleteness of the study of the ecological and biological properties of wild onions, it is relevant to study their life strategies as the basis for their rational use and protection.

The aim of the research work is to determine the regularity of the distribution of wild species of the genus *Allium* L. in the territory of Azerbaijan and to substantiate the possibilities of using the obtained data in solving a number of topical theoretical and practical problems. The main goal was to assess the diversity of species of the genus *Allium* L., their natural habitat, bioecological analysis, traditional methods of use for food and the prospects of their use.

The object of the research was 8 wild species of the genus *Allium* L. of the Azerbaijani flora: *A. albidum, A. schoenoprasum, A. moschatum, A. jajlae, A. paradoxum, A. ursinum, A. rubellum, A. viride.*

The research work used morphology (observation, biomorphological description, comparative ontogenetic and comparative ecological methods), population biology (route method, method of research areas, phenological observations, ontogenetic experience of the population, etc.), statistical methods. The studies were conducted by stationary and semi-stationary methods, pictures of the formations created by the species were taken. The naming of taxa was carried out according to the fundamental floras of Azerbaijan and the APG IV, WFO system. The study of individual development of wild species of the genus Allium L. was studied according to T.A. Rabotnov and A.A. Uranova. The study of species was carried out by the route-exploration method, and the density of the stock was based on the methods of Krylov and Schreter.Ecological characteristics were studied according to A.P. Shennikov.

An analysis of the characteristics of the vegetative and generative organs of wild species of the genus *Allium* L. was given. The conducted studies give an idea of a complex of morphological characters, among which permanent ones prevail, and variable characters are less common. Morphological characters of important taxonomic importance in the taxonomy of the genus *Allium* L. include the following: bulb shape, presence or absence, rhizomes, leaf structure, location of the leaf base, presence or absence of a remaining or falling sheath, its size, length of the flower stalk, characteristics of the flower side (shape and color of the petals, length of the stamens, etc.).

Studies of the ecology of wild species of the genus *Allium* L. have shown that all of them are mesophytes and most of them are geophytes, therefore they prefer southern slopes, as well as open sunny areas with moderate humidity. Exceptions include: *A. ursinum, A. paradoxum* are inhabitants of forest communities. *Allium* L. is dominated by steppes with wormwood, feather grass, mixed grass and, less often, shrubby steppes, living on gravelly substrates.

Key words: *Allium*, humidity, mesophyte, wild

INVESTIGATING THE EFFECTS OF FEATURE SELECTION IN GENDER DETECTION UNDER EMOTIONAL SPEECH

***Cevahir PARLAK*[1]**

[1]*Assistant Professor, Fenerbahçe University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, İstanbul, Türkiye.*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5500-7379*

ABSTRACT

Gender identification is an attractive research area with numerous applications in speech processing. This study investigates the detection of speaker gender under the influence of emotional speech and examines the effects of feature selection on gender detection accuracy. Gender detection is relatively straightforward under normal speech conditions, but the presence of emotional aspects in speech utterances can significantly hinder the performance of gender detection systems. The ESD (Emotional Speech Dataset) (Zhou, Sisman, Liu & Li, 2021) was used for emotional gender evaluation. The ESD dataset is a large emotional speech dataset, and 10,000 emotional speech samples out of 35,000 were selected from the surprise, anger, neutral, sad, and happy classes. The OpenSMILE toolkit (Eyben, Wöllmer & Schuller, 2010) was used to extract the Emo_large feature set, which comprises 6,672 features. Experiments were conducted using the Weka tool (Hall, Frank, Holmes, Pfahringer, Reutermann & Witten, 2009) with the SVM-SMO (Platt, 1998) classifier, employing Radial Basis Function (RBF) and Polynomial kernels. A small convolutional neural network (CNN) model was also implemented. SVM-SMO with the polynomial kernel achieved 100% accuracy using the Emo_large feature set. The performance of SVM-SMO with the RBF kernel was lower than that of the polynomial kernel, and the RBF kernel also exhibited slower processing speeds. After applying the Correlation-Based Feature Subset Evaluator (Hall, 1999), the number of features was reduced to 84, resulting in an accuracy of 99.85%. Following the application of the Information Gain (Quinlan, 1986) feature selection algorithm, the number of features was reduced downto 100, and an accuracy of 99.97% was achieved. These results clearly demonstrate the effectiveness of feature selection in reducing the dimensionality of the feature space while maintaining high performance. The Correlation-Based Feature Subset Evaluator (CFS) proved to be particularly effective in reducing the number of features compared to Information Gain. A small-size CNN model was also implemented and achieved 100% accuracy using the Emo_large feature set. The Emo_large feature set proved highly effective for gender detection on emotional speech data, achieving exceptional results with both SVM-SMO (using the Polynomial kernel) and the CNN model.

Keywords: Gender Detection, Emotional Speech Classification, SVM-SMO, Convolutional Neural Networks.

AĞILLI ŞƏHƏRLƏRDƏ ENERJI ISTEHLAKININ PROQNOZLAŞDIRILMASI, TƏKLIF VƏ TƏLƏB BALANSININ OPTIMALLAŞDIRILMASI ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ MAŞIN ÖYRƏNMƏSI ALQORITMLƏRI

Məryəm Yahuzər qızı Əsədova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mühəndislik fakültəsi

ORCID NO: 0000-0002-5419-4985

XÜLASƏ

Ağıllı şəhərlərdə enerji idarəçiliyinin səmərəliliyini artırmaq üçün süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsi (ML) alqoritmləri geniş tətbiq olunur. Enerji istehlakının proqnozlaşdırılması və təklif-tələb balansının optimallaşdırılması məqsədilə zaman seriyası analizləri, dərin öyrənmə modelləri və optimallaşdırma alqoritmləri istifadə edilir. LSTM, GRU, Random Forest və XGBoost kimi modellər enerji istehlakını dəqiq proqnozlaşdırmağa kömək edir, optimallaşdırma metodları isə enerji şəbəkələrinin dayanıqlığını artırır. Beynəlxalq təcrübələr göstərir ki, bu yanaşmalar enerji idarəçiliyini təkmilləşdirməklə yanaşı, enerji xərclərini və itkiləri azaltmağa kömək edir. Gələcək tədqiqatlar daha mürəkkəb və qeyri-müəyyən mühitlərdə bu metodların tətbiqini genişləndirə bilər.

Açar sözlər: Ağıllı şəhərlər, enerji proqnozlaşdırılması, süni intellekt, maşın öyrənməsi, zaman seriyası analizi, optimallaşdırma, enerji idarəçiliyi, təklif və tələb balansı.

Ədəbiyyat

1. Chen, C., & Zhang, Y. (2020). Machine Learning for Smart Grid Energy Management: A Review. *IEEE Transactions on Smart Grid, 11*(2), 1238-1250.

2. Deb, C., Eang, L. S., Yang, J., & Santamouris, M. (2017). Forecasting Energy Consumption in Smart Cities using Deep Learning Algorithms. *Applied Energy, 195*, 100-111.

3. Kuster, C., Rezgui, Y., & Mourshed, M. (2017). Electrical Load Forecasting Models: A Critical Systematic Review. *Sustainable Cities and Society, 35*, 257-270.

4. Zhang, C., Wang, J., & Hong, T. (2019). Data-Driven Approaches for Smart City Energy Management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 113*, 109270.

5. Wang, K., Chen, X., & Liu, Y. (2021). AI-Based Optimization for Smart Energy Grids. *Energy Reports, 7*, 4567-4579.

UOT 51:37:016

RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ KEYFİYYƏTİN YÜKSƏLDİLMƏSİNDƏ SİNİFDƏNXARİC VƏ MÜSTƏQİL İŞLƏRİN ROLU

THE ROLE OF OUT-OF-CLASS AND INDEPENDENT WORK IN IMPROVING THE QUALITY OF MATHEMATICS LESSONS

Kələşova Natəvan Həmdiyyə qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0008-7117-9171

Məmmədova İradə Əli qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCİD ID:0009-0005-9264-7593

Məmmədova Rima Zəhmət qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0000-9152-1255

XÜLASƏ

Qloballaşma cəmiyyətin inkişafında elə bir sosial prosesdir ki, o özündə iqtisadi, mədəni, ictimai düşüncə tərzini birləşdirir. Bəşəriyyətdə zəruri bir cəmiyyət hadisəsi kimi meydana çıxaraq, insan amilinə əsaslanır. Burada intelekti yüksək olan keyfiyyətli insan formalaşdırmaq ideyası strateji xətt kimi götürülür. Bu ideyaların həyata keçirilməsi isə təhsilin üzərinə düşür. Buna görə də təhsildə keyfiyytin yüksəldilməsi əsas və vacib bir məsələdi.

Tədrisdə keyfiyyətin yüksəldilməsinin müxtəlif yolları vardır. Belə yollardan biri də şagirdlərdə keçilən fənnə qarşı maraq yaratmaqdır. Şagirdlərdə fənnə qarşı maraqların yaranmasında sinifdənxaric və müstəqil işlərin aparılmasının xüsusi yeri var.

Sinifdənxaric iş dedikdə, təlimdənkənar vaxtlarda pedaqoji kollektiv üzvlərinin köməyi ilə müxtəlif təşkilatı formalarda aparılan təlim-tərbiyəvi tədbirlər nəzərdə tutulur. Dərslə müqayisədə götürüldükdə sinifdənxaric iş bir sıra xüsusiyyətləri özündə birləşdirir. Belə ki, təlim prosesi məcburi xarakter daşıdığı halda sinifdənxaric iş könüllüdür. Sinifdənxaric işlərdə şagirdlərin istək və arzuları nəzərə alınır. Sinifdənxaric işlər təlim prosesindən kənar vaxtlarda həyata keçirildiyi üçün effektiv olaraq özünü göstərir. Bu zaman şagirdin təfəkkürü topladığı bilik vasitəsi ilə inkişaf edir. Bu da isdedatların, qabiliyyətlərin üzə çıxmasına şərait yaradır.

Məlum faktdır ki, məhz riyaziyyat dərslərində şagirdlərin təfəkkür prosesinin inkişafı üçün daha geniş imkanlar var.

Riyaziyyat dərslərində sinifdənxaric iş köməkçi forma olaraq məktəbliləri müstəqil bilik qazanmağa, təşkilatçı, lider olmağa hazırlayır. Buna görə də riyaziyyat dərslərndə sinifdənxaric işlərdə qeyri - standart məntiqi məsələlərdən istifadə edilməsi zəruridir. Çünki məsələ həlli müstəqil təfəkkür növlərindən biridir. Şagirdlərin məntiqi düşünmə bacarığını inkişaf etdirərək, onların intellektual səviyyələrini yüksəldir.

Riyaziyyat dərslərində keyfiyyətin yüksəldilməsində sinifdənxaric işlərdən başqa eyni zamanda müstəqil işlərin də aparılması əhəmiyyətlidir. Şagirdlərin müstəqilliyinin formalaşmasında, şəxsiyyət kimi inkişaf etməsində müstəqil işlərin rolu çox mühim və əvəzedilməzdir.

Məqalədə riyaziyyat dərslərində sinifdənxaric və müstəqil işlər vasitəsi ilə keyfiyyətin yüksəldilməsindən danışılır.

Açar sözlər: Qloballaşma , təhsil, təfəkkür, şagird, sinifdənxaric iş.

ABSTRACT

Globalization is a social process in the development of society that combines economic, cultural and social thinking. It is based on the human factor, emerging as a necessary social phenomenon in humanity. Here, the idea of forming the intellect into a high-quality person is taken as a strategic line. Implementation of these ideas falls on education. Therefore, improving the quality of education was a basic and important issue.

There are different ways to improve the quality of teaching. One of such ways is to create interest in the subject in students. Conducting extracurricular and independent work has a special place in the formation of students' interest in the subject.

Out-of-class work refers to educational activities conducted in various organizational forms with the help of members of the pedagogical team. Compared to the classroom, extracurricular activities have several characteristics. So, while the training process is mandatory, extracurricular work is voluntary. Students' wishes and desires are taken into account in extracurricular activities. Extracurricular activities are effective because they are carried out outside the learning process. At this time, the student's thinking develops through the accumulated knowledge. This creates conditions for revealing talents and abilities.

It is a well-known fact that it is in mathematics lessons that there are wider opportunities for the development of students' thinking process. Mathematics develops all cognitive processes, affects the formation of moral qualities of the personality.

As an auxiliary form, extracurricular work in mathematics lessons prepares students to gain independent knowledge, become organizers and leaders. Therefore, it is necessary to use non-standard logical problems in mathematics lessons. Because problem solving is one of the types of independent thinking. By developing the ability of logical thinking of students, it raises their intellectual level.

In addition to extracurricular work, independent work is also important in improving the quality of mathematics lessons. The role of independent work is very important and irreplaceable in the formation of students' independence and personality development.

The article talks about improving the quality of mathematics classes through extracurricular and independent work.

Key words: Globalization, education, thinking, student, extracurricular work,

GİRİŞ

Qloballaşma cəmiyyətin inkişafında elə bir sosial prosesdir ki, o özündə iqtisadi, mədəni, ictimai düşüncə tərzini birləşdirir. Bəşəriyyətdə geniş miqyasda zəruri bir cəmiyyət hadisəsi kimi meydana çıxaraq bütün sahələri əhatə edərək insan amilinə əsaslanır. Burada intelekti yüksək keyfiyyətli insan formalaşdırmaq ideyası strateji xətt kimi götürülür. Bu ideyaların həyata keçirilməsi isə təhsilin üzərinə düşür[1, $s.239-244$].

Təhsil cəmiyyəti insanların təhsil alması vasitəsi ilə formalaşdırır[3, $s.26-32$]. Bundan başqa müasir dövrdə qloballaşmada inkişaf səviyyəsi elmin, texnikanın yüksək inkişafı ilə səciyyələnir ki, belə bir zamanda yaşamaq üçün insanlardan xüsusi bacarıqlar tələb olunur. Belə ki, onlar bu bacarıqlardan istifadə edərək qlobal məkanda əlaqə və ünsiyyət qura bilsinlər , həyat - yaşayış tərzlərini normallaşdıraraq müxtəlif şəraitdə kommunikativliyi təmin edə bilsinlər. Bunun üçün isə insanlar müəyyən bilik , bacarıq və qabiliyyətlərə yiyələnmələri, özlərini inkişaf etdirməlidirlər. Başqa sözlə desək, XXI əsr zəka əsri olduğu üçün sürətlə artan informasiya cəmiyyətində həyatıboyu öyrənmək və daha yüksək səviyyələr əldə etmək vərdişlərinə malik olmalıdırlar. İnsanların belə inkişafı isə ancaq təhsillə mümkündür[9, $s.29$].

Təhsil insanları inkişaf etdirərək müəyyəm məqama çatdırır. Belə olan halda isə çevik, potensialı yüksək olanlar özünün mövcud imkanlarını inkişaf etdirərək üstünlük qazanır. Bu da cəmiyyətin mənəvi və intelektual inkişafına təminat yaradır, təhsilin qloballaşmadakı roluna və əhəmiyyətinə əsaslanır $[1, s. 239 - 244]$.

Təhsil insan inkişafının ən mühüm tərkib hissələrindən biridir və insan inkişafı indeksində də üç əsas komponentdən biri kimi əks olunmuşdur. Ümumdünya İnsan Hüquqları Bəyannaməsində, İnsan Hüquqlarının və Əsas Azadlıqların Müdafiəsi haqqında Avropa Konvensiyasında və İqtisadi, Sosial və Mədəni Hüquqlar haqqında Beynəlxalq Paktda təhsil hüququ ən vacib insan hüquqları sırasında təsbit edilmişdir. YUNESKO XXI əsri təhsil əsri elan edib. Təhsil insanın bilik, bacarıq və səriştələr əldə etməsi sahəsində imkanlarını genişləndirir, insan kapitalını formalaşdırır, həyatın keyfiyyətini dəyişir və iqtisadi artımın mənbəyi rolunu oynayır $[11, s. 6 - 10]$.

Təhsil və onun səmərəliliyi anlayışları tarixən insanları narahat etmiş və onların daim diqqət mərkəzində olmuşdir. Çünki bu anlayışlar insanların rifah halının yüksəlməsini təmin edən ən əhəmiyyətli istiqamətlərə, tələb və maraqlara uyğun olaraq müəyyənləşir, dəyişir və zaman – zaman inkişaf edərək daha da zənginləşir $[8, s. 426 - 429]$. Təhsil insanın sistemləşdirilmiş bilik, bacarıq və vərdişlərin qazanılmasına, əqlin və hisslərin inkişaf etdirilməsinə, dünyagörüşünün və idrak poseslərinin formalaşdırılmasına yönəlmiş məqsədyönlü proses və nəticədir. Təhsil yaşlı nəsillər tərəfindən sosial əhəmiyyətli təcrübələrin daimi olaraq gənc nəslə verilməsi üçün təşkil olunan və nizamlanan ictimai prosesidir. Bu prosesdə uğurla iştirak etmək isə müasir tələblərə uyğun təhsilə malik olmaqla münkündür$[12, s. 245 - 250]$. Şəxsiyyətin təşəkkülü və inkişafında təhsilin başlıca vəzifələrindən əhalinin təhsilə olan tələbatını ödəmək, fiziki və əxlaqi cəhətdən sağlam nəsil tərbiyə etmək, cəmiyyətin və istehsalatın tələbatları ilə müəyyən olunan biliklər sisteminin mənimsənilməsini təmin etmək, gənc nəsildə elmi dünyagörüşü, siyasi, iqtisadi, hüquqi mədəniyyəti, humanist dəyərləri və idealları , yaradıcı təfəkkürü formalaşdırmaq , gənclərdə düşünülmüş vətəndaşlıq mövqeyi, insani ləyaqət, məsuliyyət hissi, demoqrafik özünüidarə işində iştirak etmək səyləri aşılamaq və s. demək olar $[11, s. 6 - 10]$.

Hər bir dövlətin gələcəyi onun təhsil sisteminin necə qurulmasından, gənc nəslin düzgün təlim və tərbiyəsinin hərtərəfli əhatə etməsindən asılıdır. Təhsil dövlət üçün ən dərin mahiyyət kəsb edən bir sahədir $[10, s. 28 - 29]$. Bizim ölkəmizdə təhsil dövlətin həmişə diqqət mərkəzində olmuşdur və zaman – zaman yaşadığımız dövrün tələblərinə uyğun olaraq təhsildə islahatlar aparılmışdır. İndiki dövürdə isə Azərbaycan təhsilinin əsas məqsədlərindən biri dünyanın təhsil səviyyələrinə çıxmaq, inkişafetmiş ölkələrin təcrübəsindən istifadə edərək daha mükəmməl bir sistem yaradaraq, yüksək naliyyətlər əldə etməkdir $[5, s. 114 - 115]$.

Hazırda respublikamızda həyata keçirilən müsir təhsil siyasətinin əsas vəzifəsi elmin müasir nailiyyətləri ilə bağlı dərin və hərtərəfli bilik və bacarıqlara yiyələnmiş, yeni texnologiyaları çevik mənimsəyən, əmək bazrında layiqli yer tutmaq üçün ömür boyu təsil alan, dünyanın elmi mənzərəsindən baş çıxaran, sosial baxımdan fövqalədə şəkildə aktiv olan, ətraf mühütə münasibətdə düzgün mövqe seçən, çağdaş mədəniyyəti formalaşdırmağa və inkişaf etdirməyə qadir olan, həmçinin yüksək mədəni, intellektual potensiala, milli – mənəvi, estetik - əxlaqi dəyərlərə malik , azad vətəndaş – şəxsiyyət yetişdirməkdən ibarətdir $[2, s. 36 - 40]$. Bu məqsədlərə nail olmaq üçün isə təhsildə keyfiyyətin yüksədilməsi əsas və vacib bir məsələdir.

Təhsilin keyfiyyəti müasir sivilizasiyada təhsilin məqsəd və vəzifələrinə uyğun, insanin innovasiya cəmiyyətinin inkişafında fəal və konstruktiv iştirakı, şəxsiyyətin yaradıcı formalaşması məsələlərini onun təhsil və energetik resusrlarının həyat fəaliyyətində uğurlu təmin olunmasında son nəticədə keyfiyyətin yüksəldilməsinə xidmət edir. Keyfiyyətinin müəyyən edilməsi isə əldə olunan nəticələr, mövcud şərait və prosesin keyfiyyəti ilə sıx bağlıdır $[13, s. 414 - 416]$.

Tədrisdə keyfiyyətin yüksəldilməsinin müxtəlif yolları vardır. Belə yollardan biri şagirdlərdə keçilən fənnə qarşı maraq yaratmaqdır. Şagirdlərdə fənnə qarşı maraqların yaranması üçün sinifdənxaric işlərin və müstəqil işlərin aparılması əhəmiyyətlidir$[8, s. 426 - 429]$.

RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ SİNİFDNXARİC İŞ

Sinifdənxaric iş dedikdə, təlimdənkənar vaxtlarda pedaqoji kollektiv üzvlərinin, sinif rəhbərləri, fənn müəllimləri, kitabxanaçı, şagird təşkilatları, məktəb ictimai təşkilatları, valideyn komitəsi, məktəb həkimi, məktəb rəhbərlərinin, ailə və ictimaiyyət nümayəndələrinin və s. köməyi ilə müxtəlif təşkilatı formalarda aparılan təlim-tərbiyəvi tədbirlər nəzərdə tutulur. Dərslə müqayisədə götürüldükdə sinifdənxaric iş bir sıra xüsusiyyətləri özündə birləşdirir. Belə ki, təlim prosesi məcburi xarakter daşıdığı halda sinifdənxaric iş könüllüdür, təlim prosesində təxminən eyni yaşlı uşaqlar iştirak etdikləri halda müzakirə, disput, söhbət, dəyirmi masa ətrafında görüş, müsabiqə,yarış və s. bu kimi sinifdənxaric işlərə müxtəlif yaşlı və müxtəlif siniflərdən olan şagirdlər cəlb olunurlar. Sinifdənxaric işlər şagirdlərin marağı, istək və arzuları, təşəbbüsləri nəzərə alınmaqla həyata keçirilir. Sinifdənxaric işlərin təşkili və reallaşması həm təlim prosesində, həm də təlimdən kənar vaxtlarda aparılması zəruri olan prosesdir[4, $s.88-94$].

Təcrübələr göstərir ki, təlim prosesindən kənar vaxtlarda aparılan sosial pedaqoji işlər daha effektiv olaraq özünü göstərir. Çünki şagirdlərdə özünütəsdiq, özünüreallaşdırma, özünütəyinetmə bacarıqları bu prosesdə formalaşır və beləliklə də şagird şəxsiyyətində, onun fərdi psixoloji xüsusiyyətləri, daxili potensialı aşakara çıxarılaraq, inkişaf etməsinə səbəb olur. Sinifdənxaric işlərin əsas formaları: marağa görə dərnək işləri, fərdi işlər, qrup şəklində həyata keçirilən işlər, kollektiv iş növləri və s. ola bilər. Sinifdənxaric iş həm elmi, həm də məqsədə müvafiq olaraq əyləncəli olmalıdır. [6, $s.113-116$].

Məktəblilərin təlim fəaliyyətində təfəkkürün böyük əhəmiyyəti vardır. Çünki, fəaliyyətin hər bir növü müəyyən sualın, problemin, fikri və ya əməli məsələnin həllini tələb edir və bu baxımdan da təfəkkür hər bir fəaliyyətin planlaşdırılması və yerinə yetirilməsi üçün zəruridir. Aydındır ki, təfəkkür olmadan şagirdlər heç bir təlim materialını dərindən dərk edə bilməzlər, onları sadəcə olaraq qavrayar, mahiyyətini isə başa düşə bilməzlər. Buna görə də təlim prosesində şagirdlərin təfəkkürünün inkişaf etdirilməsi çox mühüm və vacibdir[6, $s.113-116$].

Təfəkkür hadisənin inkişafının müəyyən mərhələsi əsasında formalaşır. Təfəkkür o zaman başlanır ki, keçmiş təcrübədən çatışmayan cəhət ortaya çıxır. Əgər bilik yoxdursa, təfəkkürün inkişafı üçün əsasda yoxdur. Təfəkkür prosesi və onun nəticəsi qarşılıqlı əlaqədardır. Buna görə də uşağın təfəkkürü özünün təcrübəsi əsasında topladığı, bilik və əməliyyatlar sistemini əldə etmək yolu ilə inkişaf edir[6, $s.113-116$].

Öyrənmənin, bilik əldə etmənin əsasında bir sıra idrak prosesi, təfəkkür əməliyyatları durur. İdrak marağı isdedatların, qabiliyyətlərin üzə çıxmasına şərait yaradır. Məlumdur ki, idrak marağı davamlı və güclü olanlarda bilik və dünyagörüşü də daha geniş və hərtərəfli olur. İnsan fəaliyyətinin hərəkətverici qüvvələri – hissləri, duyğuları, əqidə və xarakteri əsasən dərsdə, təlim prosesində inkişaf edib formalaşır[8, $s.426-429$].İnkişafın hərəkətedici qüvvəsi isə bütün dövrlərdə bilik olmuşdur. Lakin o biliklər faydalı hesab edilir ki, insanlar bunlarsız ötüşə bilmir, real həyatda tətbiq edilə bilir və insanlarda zəruri bacarıqların formalaşmasına xidmət edir. Məlum faktdır ki, daha çox riyaziyyat dərslərində şagirdlərin təfəkkür prosesinin inkişafı üçün şərait yaranır.

Riyazi təfəkkür dedikdə isə : 1) insanın konkret riyaziyyat elmini dərk etmək prosesində və ya riyaziyyatın başqa elmlərə, texnikaya, xalq təsərrüfatına və s. tətbiqi prosesində dialektik təfəkkürün baş verdiyi formanı; 2) riyaziyyat elminin öz təbiəti, onun real gerçəklik hadisələrinin dərk edilməsinə tətbiq edilən metodları, həmçinin bu zaman istifadə olunan ümumi təfəkkür üsulları ilə bağlı xüsusiyyətləri başa düşülür[6, $s.113-116$].

Riyaziyyat bütün idrak proseslərini inkişaf etdirir, şəxsiyyətin mənəvi keyfiyyətlərinin formalaşmasına təsir edir.Müasir aləmdən baş çıxarmaq üçün hər bir şəxsə riyazi xarakterli bilik və bacarıqlar lazımdır. Riyaziyyat bəşəri bir elm olaraq bütün sahələrdə gərəkli, bütün insanlar üçün faydalı bir elmdir. Riyyaziyyat bütün elmlərin tacıdır – demişdilər[8, $s.426-429$].

Heç bir elm sahəsi düşüncəli və məntiqli bir şəxsiyyətin yetişdirilməsində riyaziyyatın imkanları ilə rəqabət apara bilməz. Məşhur fransiz alimi S.D. Puasson vaxtilə demişdir: — Həyatı iki şey

bəzəyir: riyaziyyat və onun tədrisi ilə məşğul olmaq. Bunlar cəmiyyət üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən vacib məsələlərdir. Görkəmli filosof İ.Kant isə riyaziyyat haqqında belə bir maraqlı fikir söyləmişdir: — Hər hansi bir elmdə nə qədər riyaziyyat varsa, o qədər də həqiqət var $[8, s. 426 - 429]$.

Məlum olduğu kimi, riyaziyyat təliminin başlıca məqsədlərindən biri öyrənənlərin müstəqilliyinin, məntiqi təfəkkürünün və təfəkkür fəaliyyətinin formalaşdırılmasıdır.

Riyaziyyat dərslərində sinifdənxaric iş köməkçi forma olaraq, şagirdlərin dərsdən sonrakı vaxtlarının səmərəli təşkil edilməsinə, yaradıcılıq qabiliyyətinin, məntiqi təfəkkürünün inkişafına, proqram materialının dərindən mənimsənilməsinə şərait yaradır, məktəbliləri müstəqil bilik qazanmağa, sərbəst fikir söyləməyə, təşkilatçı, lider olmağa hazırlayır. Bu iş müxtəlif tərkibdə və formada ola bilər. Bu zaman şagirdlərə elə biliklər verilməlidir ki, o həmin biliklərdən həyatın digər sahələrində, yaşadığı müddətdə istifadə edə bilsin və bu biliklər öyrədilməklə yanaşı, eyni vaxtda onun həyatı əhəmiyyətliliyi də izah olunmalı və şagir üçün maraqlı hala gətirilməlidir$[9, s. 29]$.

Riyaziyyat dərslərində keyfiyyətin yüksəldilməsi üçün sinifdənxaric işlər öz müntəzəmliliyi, məzmunu, forma və çoxnövlülüyü ilə geniş imkanlar açır. Sinifdənxaric işlərdə bütün şagirdləri əhatə etməklə yanaşı , həm də təfəkkürü zəif olan uşaqlarla da fərdi məşğul olmaq mümkündür. Bu iş həm tək-tək şagirdlərlə, həm də qrup halında aparıla bilər$[4, s. 88 - 94]$. Bundan başqa riyaziyyat dərslərində sinifdənxaric işlər daha bacarıqlı və istedadlı şagirdləri aşkara çıxarır, şagirdlərdə riyaziyyata maraq və həvəs tərbiyə edir. Məktəblilərin sinifdənxaric tədbirlərə cəlb olunması iki istiqamətdə aparılır: 1) Şagirdlərin təlim xarakterli sinifdənxaric işlərə cəlb edilməsi; 2) Tərbiyələndirici səciyyə daşıyan sinifdənxaric fəaliyyətə təhrik olunması. Sinifdənxaric işlər bir növ sinifdə aparılan işlərin davamı olur lakin, öz formasına görə tədris prosesindən fərqlənir, məzmununa görə isə bu proseslə birləşir$[9, s. 29]$.

Riyaziyyatdan sinifdənxaric işlərdə şagirdlərdə əməyə məhəbbət, iradəlik və təşkilatçılıq kimi keyfiyyətlər də tərbiyə olunur. Riyaziyyatdan sinifdənxaric iş tədris prosesinin ayrılmaz bir hissəsi olub, onu tamamlayır, inkişaf etdirir. Ona görə də hər sinif üzrə sinifdənxaric məşğələnin məzmunu həmin sinfin riyaziyyat proqramı əsasında müəyyənləşdirilir $[4, s. 88 - 94]$.

Sinifdənxaric işlərdə riyazi dərnəklərin özünə məxsus yeri var. Dərnəyi təşkil edilərkən şagirdlərin məsələ həllinə, hesablama texnikasına, ölçmə işlərinə , əyani vasitələrin hazırlanmasına və s. marağı nəzərə alınmalıdır. Çünki maraqlı məşğələ işin keyfiyyətini təmin edir. Riyaziyyatdan sinifdənxaric işlər şagirdlərin riyazi biliklərinin genişlənməsinə və dərinləşməsinə xidmət edir.

RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ MƏSƏLƏ HƏLLİNİN ƏHƏMİYYƏTİ

Riyaziyyat təliminin məqsədlərinə çatmağın əsası ibtidai siniflərdə oxuyarkən qoyulur. Məsələ həlli müstəqil təfəkkür növlərindən biridir. Riyaziyyatın öyrənilməsində məsələlər tədrisin məqsədi və vasitəsi kimi çıxış edir. Bu da riyaziyyatın öyrənilməsi prosesində məsələnin yerinin mühüm olduğunu göstərir. Məsələ həm də əsas didaktik məqsədlərə xidmət edir, şagirdlərin biliklər sistemini inkişaf etdirir, yaradıcı təfəkkürünü formalaşdırır, zehni inkişafına kömək edir və həm də öyrənmədə dərketmə rolunu oynayır. Məsələ həlli şagirdlərdə əsas riyazi bilik, bacarıq və vərdişlərin formalaşmasında ən vacib vasitədir və riyaziyyatın öyrənilməsi prosesində aparıcı fəaliyyət növüdür $[10, s. 28 - 29]$. Məsələ həlli zamanı şagird təlim metodlarından istifadə etməklə fəal axtarış qabiliyyətini inkişaf etdirir ki, bu da təfəkkürün əsasını təşkil edir. Riyaziyyatdan məsələ həlli verilənləri, axtarılanları ayırmağı, nəticə çıxarmağı, verilənlərdə ümumiliyi tapmağı öyrədir. Məsələ həlli nəzəri təfəkkürün inkişafına, formalaşmasına kömək edir$[7, 170 - 171]$. Məktəbdə həll edilən riyazi məsələləri xüsusiyyətlərinə görə məxsusi riyazi məsələlərə və praktik məsələlərə bölmək olar. Məxsusi məsələlərin obyektləri riyazi anlayışlar və ya obyektlərdir. Praktik məsələlərin obyektləri isə real əşya və hadisələr olub, riyazi məsələlərə gətirilir. Məxsusi riyazi məsələlərə tənliklərin, bərabərsizliklərin həllinə aid məsələləri, müxtəlif həndəsi məsələləri aid etmək olar. Praktik məsələlərə isə obyektlərin hərəkətinə, görülən işə, real əşyaların ölçülərinə və s. məsələləri aid etmək olar. Praktik məsələləri riyazi məsələyə çevirmək üçün real obyekt və ya hadisələri riyazi obyektlərlə (ədədlə, parça ilə, həndəsi fıqurla və s.) əvəz etmək lazımdır$[14, s. 27]$.

Məsələ və misal həlli məntiqlə əlaqələndiriləndə isə şagirdlərin idrak fəallığı artır. Odur ki, müəllim dərsdə müxtəlif təlim üsullarından, formalarından istifadə edərək uşaqları düşünməyə və tədqiqat aparmağa istiqamətləndirməlidir. Məsələ anlayışının formalaşdırılması, məsələnin məzmunu və quruluşunun şagirdlər tərəfindən şüurlu mənimsənilməsi riyaziyyat dərsinin vacib şərtlərindən biridir. Məsələ həlli müstəqil təfəkkür növlərindən biri olduğu üçün şagirdlərin məntiqi düşünmə bacarığını, onların intellektual səviyyəsini inkişaf etdirmək məqsədi ilə riyaziyyat dərslərndə sinifdənxaric işlərdə qeyri -standart məntiqi məsələlərdən istifadə edilir[14, $s.27$]

Təcrübələr göstər ki, ibtidai siniflərdə oxuyan şagirdlərin riyazi təfəkkürünü inkişaf etdirmək üçün ən səmərəli üsullarından biri onlara ardıcıl olaraq qeyri - standart məntiqi məsələlər həll etdirməkdir. Məntiqi məsələ dedikdə adətən elə məsələlər başa düşülür ki, onlar yalnız məntiqi əməliyyatların ardıcıllığı və köməyi ilə həll edilir. Onların həllində şagirdlər xüsusi biliklərə deyil, aparılan mühakimə üsullarına əsaslanırlar. Belə məsələlərin həlli tanış olmayan situasiyanı axıra qədər düşünməyi, çətinliklərdən qorxub geri çəkilməməyi, onları aradan qaldırmağı öyrədir və şagirdlərin öz gücünə inamını artırır [9, $s.29$].

Məntiqi məsələlər yüksək inkişaf etdirici potensiala malik olduğundan, onlar şagirdlərdə təfəkkürün ən mühüm keyfiyyətlərindən biri olan olan tənqidiliyin tərbiyəsinə kömək edir, qavranılan informasiyaların təhlilini, onun hərtərəfli qiymətləndirilməsini öyrədir, riyaziyyat dərslərinə marağı yüksəldir. Məntiqi riyazi məsələlərin daha bir xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar fikri əməliyyatların, təfəkkürün xassələrinin inkişafına kömək edərək, onları zənginləşdirməyə böyük imkan yaradır [14, $s.27$].

İbtidai siniflərin riyaziyyat dərslərində və dərsdənkənar tədbirlərdə toplanan ədədi materiallar əsasında məntiqi məsələlərin həll edilməsi, şagirdlərdə riyaziyyatın həyatda rolunun vacibliyini daha dərindən dərk etməyə kömək edir.

Məsələlərin çoxu yalnız didaktik funksiyaları deyil, həm də dərketmə və inkişafetdirici funksiyaları yerinə yetirirlər. Elə məsələlr də vardır ki, konkret həll alqoritmi olmayan, lakin yaradıcı, qeyri-aşkar yanaşmalar tələb edir. Belə məsələlərə qeyri-standart məsələlər deyilir[9, $s.29$].Qeyr-istandart məsələlər elə məsələlərdir ki, riyaziyyat kursunda onların dəqiq həll proqramını müəyyən edən ümumi qaydalar və müddəalar yoxdur. Qeyri-standart məsələlər həmişə cavablarının və həllərinin çoxvariantlı olması ilə xarakterizə olunur. Lakin onları çətinliyi artırılmış məsələlərlə eyniləşdirmək olmaz. Çətinliyi artırılmış məsələlərin şərti elədir ki, onun həlli üçün dəqiq riyazi üsul və qaydalar tapmaq mümkündür. Qeyri-standart məsələlər isə tədqiqat xarakteri daşıyır, onun həlli üçün dəqiq riyazi qaydalar tapmaq mümkün deyildir. Qeyri- standart məntiqi məsələlərin həlli maraqlı və əyləncəlidir[9, $s.29$] Onlar şagirdin vərdiş etdiyi dərsi rəngarəng edir, məsələ həllində şagirdə özünün düşündüyü həlli tapmağa imkan verir, onlara yaradıcı və qeyri-standart düşümnəyi öyrədir, idrak fəallığının artırılmasına sanki stimul verir. Bu stimul məsələnin tam həll zamanı məqsədə çevrilir. Çünki, verilmiş məsələnin həllində şagird bütün mövcud şəraiti təhlil edir və rasional həll üsulunu tapır[14, $s.27$].

İbtidai məktəbdə riyaziyyat fənninin öyrənilməsinə marağı zəif olan, riyaziyyatı özü üçün maraqsız elm hesab edən şagirdlərin çoxluq təşkil etdiyi siniflərdə riyaziyyat dərslərində məntiqi çalışmalardan istifadə edilməsi daha böyük elmi metodiki nəticələrə gətirir, təlimdə səmərə və keyfiyyətin yüksəlməsinə imkan və şərait yaradır. İbtidai siniflərin riyaziyyat təlimində məzmunu məişət və əyləncəli həyat situasiyaları ilə bağlı olan məntiqi məsələlərdən istifadə edilməsi kiçikyaşlı məktəblilərin riyaziyyatdan tədris fəaliyyətinin intensivliyini yüksəldir və onlara ibtidai siniflərdəki riyaziyyat təlimindən orta və yuxarı siniflərdəki riyaziyyat təliminə sərbəst keçidin reallaşdırılmasını təmin edən mühüm vasitə kimi yanaşmağa imkanverir. Məsələ və misalların, praktik və laborator işlərin məzmununun pedaqoji tələblərə cavab veriləcək şəkildə seçilməsi, onların icrasında texnoloji qaydaların tətbiq edilməsi qarşıya qoyulan məqsədin həyata keçirilməsini təmin edir. Seçilən çalışmalar sistemi didaktik prinsiplərə cavab verməlidir.

Yeni biliklərin ilkin mənbəyi təcrübə və müşahidələrdən alınan hissi qavrayışdır. Uşağın qavrayışı və düşüncəsi isə fəaliyyətlə bağlıdır [6, $s.113-116$]. Uşaqların fəal həyatının çox hissəsi

oyunlarla bağlı olduğu üçün ibtidai siniflərdə oxuyan şagirdlərdə riyaziyyat mövzularının asan mənimsənilməsi və dərsə marağın yaranması üçün riyazi oyunlardan istifadə etmək də məqsədə uyğundur. Belə dərslərin keçirilməsi uşaqlar üçün əyləncəlidir. Belə oyunlara riyaziyyat dərsinin bəzi hallarda şagirdlərə darixdirici olmasının və zehni yorğunluqdan dərsə diqqətin azalmasının qarşısını almaq üsullarından biri kimi də baxmaq olar. Riyazi oyunları tərtib edərkən nəzərdə tutulmalıdır ki, dərsdə keçiləcək mövzunu əhatə edə bilsin. Müəllim əvvəlcədən didaktik vasitələri, sadədən mürəkkəbə doğru tərtib edilmiş sualları hazırlamalı, dərsin sonuna yaxınlaşanda isə şagirdlərin mövzunu necə mənimsədiklərini aydınlaşdırmalıdır. Bu zaman sinifdə şagirdlərin dərsi qavrama və dərketmə qabliyyətləri müxtəlif olduğundan müəllim hər bir şagirdə xüsusi diqqət yetirməlidir [8, $s.426-429$].Oyunlardan səmərəli istifadə etmək üçün isə əyləncəli riyazi məsələlərdən istifadə etmək daha məqsədə uyğundur. Oyunların növləri çoxdur. Lakin şagirdlərin hərtərəfli, harmonik inkişafına, sağlamlığına, faydalı bacarıq və vərdişlərin yaranmasına və təfəkkürün inkişafına xidmət edən riyazi oyunlar mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Təcrübə və müşahidə göstərir ki, şagirdlər mühakimə tələb edən düşündürücü oyunlara da maraq göstərirlər. Riyazi tapmacalar, sehrli kvadratlar, əşyaların müxtəlif yerdəyişmələrinə və kombinasiyalarına aid çalışmalar şagirdlərdə riyaziyyat dərsinə qarşı marağı artıraraq, onlarda dərsdə həvəslə iştirak etməyi tərbiyə edir. Oyunların təşkili və keçirilməsi tərbiyə və təhsil məqsədlərinin həyata keçməsinə, şagirdlərin boş vaxtlarının səmərəli olmasına xidmət edir. Riyaziyyat dərslərində riyazi məzmunlu əyləncəli oyunlar, eyni zamanda, şagirdlərdə nitqidə inkişaf etdirir [6, $s.113-116$].

RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ MÜSTƏQİL İŞLƏR

Riyaziyyat dərslərində keyfiyyətin yüksəldilməsində sinifdənxaric işlərdən başqa eyni zamanda müstəqil işlərin də aparılmasının özünə məxsus əhəmiyyəti var. Şagirdlərin müstəqilliyinin formalaşmasında, şəxsiyyət kimi inkişaf etməsində müstəqil işlərin rolu çox mühim və əvəzedilməzdir. Bu zaman şagirdlər yeni şəraitə uyğunlaşmaq, yeni tapşırığı edərkən düşünmək, çalışmaq qabiliyyəti, yeni tapşırığın həllini tapmaq kimi əlamətlər qazanırlar. Şagirdlərin müstəqil işləri bu təlim funksiyalarını yerinə yetirir: Dərsdə qazanılmış bilik və bacarıqları möhkəmləndirmək; Sinifdə keçirilmiş tədris materialını genişləndirmək və dərinləşdirmək; Çalışmaları müstəqil yerinə yetirmək üçün bacarıq və vərdişləri formalaşdırmaq; Proqram materialı çərçivəsində fərdi tapşırıqları yerinə yetirmək yolu ilə təfəkkürün müstəqilliyini inkişaf etdirmək; Fərdi müşahidələr və təcrübələr aparmaq, dərslərdə yeni mövzuları öyrənmək üçün material toplamaq və tədris vasitələri hazırlamaq və s. [7, $s.170-171$].

Riyaziyyat dərslərində müstəqil işlər şagirdlərin müstəqil fəaliyyət bacarıqlarını inkişaf etdirməklərinə yardım edir. Müstəqil işlər vasitəsi ilə riyaziyyatdan qazanılmış nəzəri biliklər şagirdlər tərəfindən tətbiqi məqsəd daşıyır. Şagirdlərdə dərs prosesində və ya dərsdən sonra müəyyən məsələlərin müstəqil yerinə yetirilməsi materialın tam mənimsənilməsinə səbəb olur. Dərs prosesində, eləcə də dərsdən kənar məşğələlərdə müstəqil işlər üçün tapşırıqlar hazırlanarkən öyrənilən materialın xüsusiyyətləri və strukturu nəzərə alınmalıdır. Belə ki, nəzəri xarakter daşıyan tapşırıqlara sübütlar, anlayışların, tərifərin işlənməsi, anlayışların təsnifatı, anlayışların əlamətlərinin mənimsənilməsi, alqoritmik xarakter daşıyan tapşırıqlara, həndəsə materiallarının bəzi məsələləri, tədqiqat - yaradıcı xarakterli tapşırıqlara , əməli məsələlər, ölçü məsələləri, sübut üçün məsələlər, olimpiada məsələlərinə və s. diqqət etmək lazimdır[7, $s.170-171$].

Şagirdlərdə müstəqil işləmə qabiliyyətini formalaşdırmaq üçün ən böyük və məsuliyyətli vəzifə müəllim üzərinə düşür. Müəllim təlim prosesini elə təşkil etməlidir ki, şagirdlərdə maraq yaranmalı, işdə müstəqillik inkişaf etdirilməlidir [4, $s.88-94$].

Müstəqil iş zamanı müəllim şagirdlərin tapşırıqların necə yerinə yetirməklərinə nəzarət etməli, ehtiyacı olan şagirdlərə isə kömək göstərməlidir. Əgər şagird müstəqil işləri həll edərkən çətinliklə rastlaşırsa, onda müəllimə müraciət edərək məsləhət almaqdan qorxmamalıdır. Müəllim şagirdlərdə müstəqilliyi inkişaf etdirərkən həmçinin şagirdlərdə fəallıq, şüurluluq, düşünmə, məsuliyyət, çalışqanlılıq, özünə inam, güvənlik hissi kimi bir sıra əlamətləri formalaşdırır. Müstəqil işlə bağlı tapşırıqlar şagirdlərdə düşünmə qabliyyətini yüksəldir, müstəqil qərarlar qəbul etmək bacarlğını, özünə inam hissini artırır. Buna görə də müstəqil işlər münkün qədər yaradıcı, düşündürücü, rəngarəng olmalıdır[8, $s.426-429$].

Müəllim şagirdlərə verdiyi müstəqil işlərin məqsədi, planı olmalı, onların yaş xüsusiyyətlərini nəzərə almalıdır. Müstəqil işlərin həcmi müəyyən edilmiş vaxta uyğun olmalı, şagirdlərin marağı, istəyi, tələbatı nəzərə alınmalı, həmçinin şagirdlərin inkişaf səviyyəsinə diqqət yetrilməlidir. Müstəqil işlər şagirdlərdə özünütəhlil vərdişlərinin yaranmasına səbəb olur. Müəllim tərəfindən müntəzəm yoxlanılan , nəzarət edilən müstəqil işlərə şagirdlər daha ciddi yanaşır. Bundan başqa müstəqil işlər şagirdləri müxtəlif növ fəaliyyətə cəlb edir. Şagirdi vacib fəaliyyətə cəlb etmək onu inkişaf etdirir və tərbiyə edir. Müstəqil işlər təlim prosesinin bütün mərhələlərində düzgün təşkil olunduqda şagirdlərin müstəqilliyi artır , arzu olunan nəticələr əldə edilir [7, $s.170-171$].

NƏTİCƏ

Beləliklə, tədris fəaliyyətində sinifdənxaric iş, müstəqil işlər hər bir şagirdin fərdi qabiliyyətini, bacarıq və istedadını əhəmiyyətli dərəcədə inkişaf etdirir, yaradıcılıq potensialını artırır, elmi dünyagörüşü və fəal həyat mövqeyini məqsədyönlü şəkildə formalaşdırır. Riyaziyyat təlimi prosesində isə müntəzəm olaraq praktiki və məntiqi məzmunlu məsələlərin nəzərdən keçirilməsi riyaziyyat təliminin həyatla əlaqələndirilməsinin formalaşmasına və təfəkkürün inkişafına səbəb olar, dərslərdə keyfiyyətin yüksəldilməsinə xidmət edir.

Ədəbiyyat:

1. Allahverdiyeva L.,Qlobal təhsil və təhsilin unifikasiyası. Azərbaycan Respublikası.Naxçıvan Universiteti. Elmi Əsərlər. Naxçıvan,Huh, 2023,№1(29),səh.239-244.

2. Cəmilov M. Təhsilin inkişafı: müasir meyllər və istiqamətlər. Ali Təhsil və Cəmiyyət. Elmi-metodik jurnal. Bakı ,2012,№1,səh.36-40.

3. Əhmədov İ. Ali təhsildə qlobal tendensiyalar, dəyişən paradiqmalar. . Ali Təhsil və Cəmiyyət. Elmi- metodik jurnal. Bakı ,2012,№1,səh.26-32.

4. Hüseynova E.R.,Sinifdənxaric tədbirlər zamanı yuxarı sinif şagirdlərində fəal vətəndaşlıq formalaşdırılması. Azərbaycan Pespublikası Təhsil Nazirliyi.Azərbaycan Təhsil İnstitutunun Elmi Əsərləri,Bakı, cild86,№3,2019,səh.88-94.

5. İsmayılov A.N.,Müasir təhsilin keyfiyyət təminatında monitorinq və qiymətləndirmənin yeri. Mingəçevir Dövlət Universiteti. Azərbaycanda təhsil siyasətinin prioritetləri:Müasir Yanaşmalar. Elmi Konfransın Materialları (15 -16 dekabr 2017 –ci il).Mingəçevir,2017,səh.114-115.

6. İsrafilova G.T.,I sinifdə riyaziyyat dərslərində didaktik oyunlardan istifadə. Azərbaycan Pespublikası Təhsil Nazirliyi.Azərbaycan Təhsil İnstitutunun Elmi Əsərləri,Bakı, cild85,№3,2018,səh.113-116.

7. Məmmədova A.,Şagirdlərin müstəqil işləri. Azərbaycan Pespublikası Təhsil Nazirliyi.Azərbaycan Təhsil İnstitutunun Elmi Əsərləri,Bakı, cild84,№6,2017,səh.170-171.

8. Məmmədova İ.Ə., Riyaziyyat dərslərində keyfiyyətin yüksəldilməsində sinifdənxaric və müstəqil işlərin əhəmiyyəti. Mingəçevir Dövlət Universiteti. "Yeni Dövrdə Təhsil və Tədqiqat Fəaliyyəti: Reallıqlar və Çağrışlar" Beynəlxalq elmi konfransının materialları. (16-17 dekabr 2022-ci il). Mingəçevir ,2022,səh.426-429.

9. Məmmədova M.Ə.,Qloballaşma şəraitində ümumi təhsilin məzmununun pedaqoji problemləri. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi.Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti.Avtoreferat.Bakı,2016,səh.29.

10. Mustafayev S.M.,Əliyeva A.Ə.,Yeni informasiya texnologiyalarının təhsildə rolu və tətbiqi. Mingəçevir Dövlət Universiteti. Azərbaycanda təhsil siyasətinin prioritetləri:Müasir Yanaşmalar. Elmi Konfransın Materialları (15 -16 dekabr 2017 –ci il).Mingəçevir,2017,səh.28-29.

11. Orucov V.,Səmərəli və nəticəyönümlü təhsil. Azərbaycan Pespublikası Təhsil Nazirliyi.Azərbaycan Təhsil İnistutunun Elmi Əsərləri,Bakı,cild84,№5,2017,səh.6-10.

12. Süleymanova E.,Şəxsiyyətin təşəkkülü və inkişafında fasiləsiz təhsilin rolu. Naxçıvan Dövlət Universiteti.Elmi Əsərlər.Naxçıvan.2018,№3.səh.245-250.

13. Vəliyeva Z.Ə.,Təhsildə keyfiyyət zamanı tələblər. Mingəçevir Dövlət Universiteti.Qlobal Tendensiyalar və Müasir Azərbaycan. Elmi Konfransın Materialları (7 -8 may 2018 –ci il).Mingəçevir,2018,səh.414 - 416.

14. Zeynalova İ.Z., Ümumtəhsil məktəblərinin ibtidai siniflərində riyaziyyatdan məntiqi məsələlər mənimsəmə keyfiyyətini artıran vasitə kimi. Azərbaycan Respublikası. Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti. Avtoreferat.Bakı,2022,səh.27.

ÜLSERE BAĞLI GELİŞEN İLTİHABİ GRANULASYON DOKUSU: OLGU SUNUMU

INFLAMMATORY GRANULATION TISSUE DUE TO ULCER: CASE REPORT

Eda YILDIZHAN

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-5648-6498

Mervan KAMAR

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-6581-1694

Şehriban DURSUN DAĞ

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0009-0006-8749-8316

Burak Veli ÜLGER

Prof. Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0001-9843-6301

ÖZET

Yara herhangi bir ajanın fiziksel bir hasar yaratması ile vücutta normal bütünlüğün bozulmasıdır. Yara deyiminin karşılığı olarak erozyon, ülser ve fissür deyimleri de kullanılır. Ülserler yüzeyel fibrin ve eksuda, fibrinoid nekroz, granülasyon dokusu ve fibrozis olmak üzere dört ayrı bileşenden oluşmaktadır. Amacımız bu olguda 59 yaşındaki erkek hastamızın anal kanalında daha önce var olan ülsere lezyonların oluşturduğu granülasyon dokusu, biyopsi sonuçları ile birlikte histolojik ve rektosigmoidoskopik bulgular doğrultusunda sunmaktır.

59 yaşındaki erkek hasta polikliniğinimize dışkılama sırasında ağrı ve kanama şikayetleri ile başvurmuştur. Hastaya tanısal amaçlı rektosigmoidoskopi yapılmıştır. Rektosigmoidoskopi sırasında perine muayenesi normal olan hastanın rektal muayenesinde, tuşede ele gelen polipoid benzeri lezyonlar hissedilmiştir. Rektosigmoidoskopiye geçildiğinde 20. cm kadar ilerlenmiş ve geriye doğru yapılan ayrıntılı incelemede, anal kanal 3-4.cm de polipoid benzeri lezyonlar izlenmiştir. Bu alanlardan multipl sayıda biyopsiler alınmıştır. Yapılan rektosigmoidoskopi işlemi komplikasyonsuz olarak sonlandırılmış, hastaya patoloji sonuçları ile birlikte poliklinik kontrolü önerilmiştir.

Hastanın patolojik incelemelerinde 17 adet doku parçası Hematoksilen&Eozin (H&E) ile boyanmış ve mikroskop altında incelendiğinde ülser zemini, iltihabi granulasyon dokusu olarak tanımlanmıştır.

Kronik yara enfeksiyonunun tanısı klinik bulgulara ve hastalara bütünsel bir yaklaşıma dayanır. Cilt ülseri enfeksiyonunun değerlendirilmesi ve tedavisi konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Ülser, yara iyileşmesi, inflamasyon, Histopatoloji.

ABSTRACT

A wound is a disruption of the normal integrity of the body caused by physical damage by any agent. The terms erosion, ulcer and fissure are also used to describe wounds. Ulcers consist of four different components: superficial fibrin and exudate, fibrinoid necrosis, granulation tissue and fibrosis. Our aim in this case is to present the granulation tissue formed by ulcerated lesions in the anal canal of a 59-year-old male patient with histologic and rectosigmoidoscopic findings together with biopsy results.

A 59-year-old male patient was admitted to our outpatient clinic with complaints of pain and bleeding during defecation. Rectosigmoidoscopy was performed for diagnostic purposes. During rectosigmoidoscopy, the perineal examination was normal and palpable polypoid-like lesions were felt on rectal examination. When rectosigmoidoscopy was started, it was advanced to the 20th cm and polypoid-like lesions were observed in the 3-4th cm of the anal canal on detailed examination. Multiple biopsies were taken from these areas. The rectosigmoidoscopy procedure was terminated without complications and the patient was recommended outpatient follow-up with the pathology results.

In the pathologic examinations of the patient, 17 tissue fragments were stained with Hematoxylin & Eosin (H&E) and when examined under the microscope, the ulcer floor was defined as inflammatory granulation tissue.

The diagnosis of chronic wound infection is based on clinical findings and a holistic approach to patients. More research is needed on the assessment and treatment of skin ulcer infection.

Keywords: Ulcer, wound healing, inflammation, Histopathology.

GİRİŞ

Yara herhangi bir ajanın fiziksel bir hasar yaratması ile vücutta normal bütünlüğün bozulmasıdır. Yara deyiminin karşılığı olarak erozyon, ülser ve fissür deyimleri de kullanılır. Erozyon, dermise geçmeyen fokal epidermis kayıplarını belirleyen bir deyimdir, iz bırakmaz, kronik değildir. Fissür, çatlak şeklindeki dikey yaraları belirleyen doku kayıplarıdır. Epidermis ve/veya dermisi tutabilir. Ülser ise dermis ve epidermisde doku kayıpları ile seyreden fokal yaralardır. Ülserler kronikleşerek klinisyenler açısından zaman zaman tedavisi zor durumlar yaratabilirler. Yaraların iyileşmesi için kesin süreler verilemez ancak makul sürede iyileşemeyen yaralar, yavaş veya az ilerleme gösteren yaralar için kronik deyimi kullanılır, ilerleme hastanın genel durumundan tedaviye, nedene kadar değişen birçok faktöre bağlıdır (1-3).

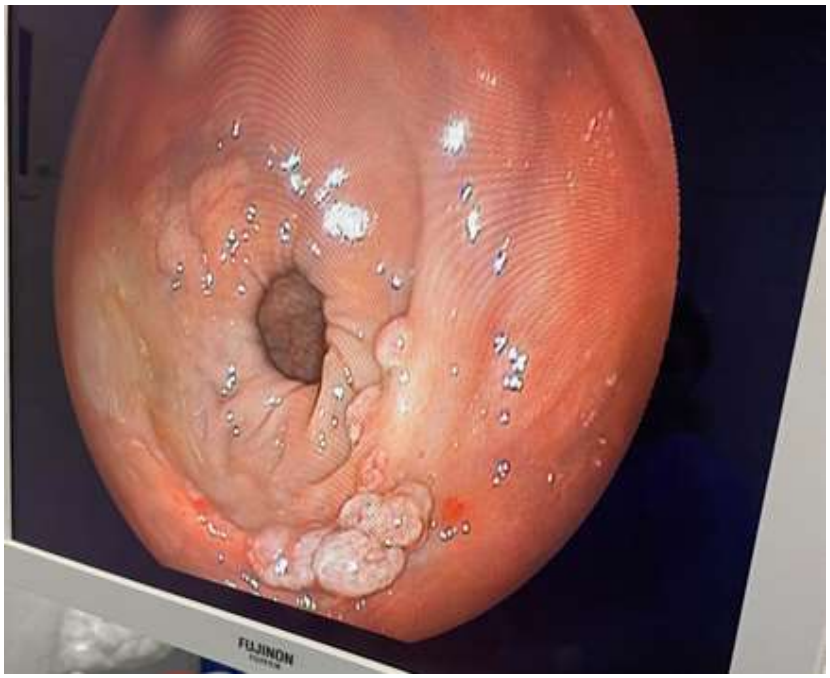
Cerrahi yaralar gibi akut ülserler de nispeten öngörülebilir evrelerde iyileşirler. Granülasyondan önce iltihap gelir ve re-epitelizasyon ve yeniden şekillenme olarak devam eder. İltihaplanma ağrı, eritem, şişlik ve sıcaklıkla kendini gösterir. Öte yandan kronik ülserler genellikle uzun süreli bir iltihap evresinde ortaya çıkar (4). Ülserlerdeki bakteriler genellikle kontaminasyondan kolonizasyona, kritik kolonizasyona ve son olarakta enfeksiyona kadar sürekli ilerler (5).

Histopatolojik olarak, sadece mukozayı tutan çapı 5 mm'den küçük, derinliği 1 mm'den yüzeyel defektler erozyon olarak tanımlanmakta, defektin muskularis mukozayı aşarak submukoza veya muskularis propria tabakasını da içerecek şekilde ilerlemesiyle ülser oluşmaktadır. Ülserler yüzeyel fibrin ve eksuda, fibrinoid nekroz, granülasyon dokusu ve fibrozis olmak üzere dört ayrı bileşenden oluşmaktadır (6).

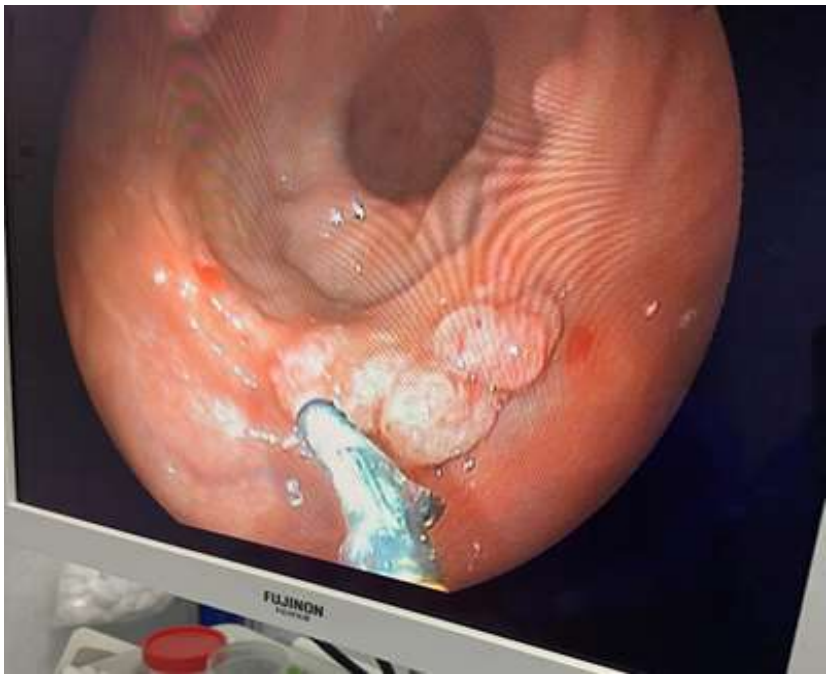
Amacımız bu olguda 59 yaşındaki erkek hastamızın anal kanalında daha önce var olan ülsere lezyonların oluşturduğu granülasyon dokusu, biyopsi sonuçları ile birlikte histolojik ve rektosigmoidoskopik bulgular doğrultusunda sunmaktır.

OLGU SUNUMU

59 yaşındaki erkek hasta Dicle Üniversitesi Genel Cerrahi polikliniğine dışkılama sırasında ağrı ve kanama şikayetleri ile başvurdu. Hastaya tanısal amaçlı kolonoskopi yapılması planlandı. Ancak hasta kolonoskopi işlemini kabul etmediğinden rektosigmoidoskopi yapıldı. Rektosigmoidoskopi sırasında perine muayenesi normal olan hastanın rektal muayenesinde, tuşede ele gelen polipoid benzeri lezyon hissedildi. Rektosigmoidoskopiye geçildi. 20. cm kadar ilerlendi. Geriye doğru yapılan incelemede anal kanal 3-4.cm de polipoid benzeri lezyon izlendi (Resim 1). Bu alandan multipl sayıda biyopsiler alındı (Resim 2). Retrovert bakıda grade 2 internal hemoroidi mevcuttu. Yapılan rektosigmoidoskopi işlemi komplikasyonsuz sonlandırıldı, hastaya patoloji sonuçları ile poliklinik kontrolüne gelmesi önerildi.



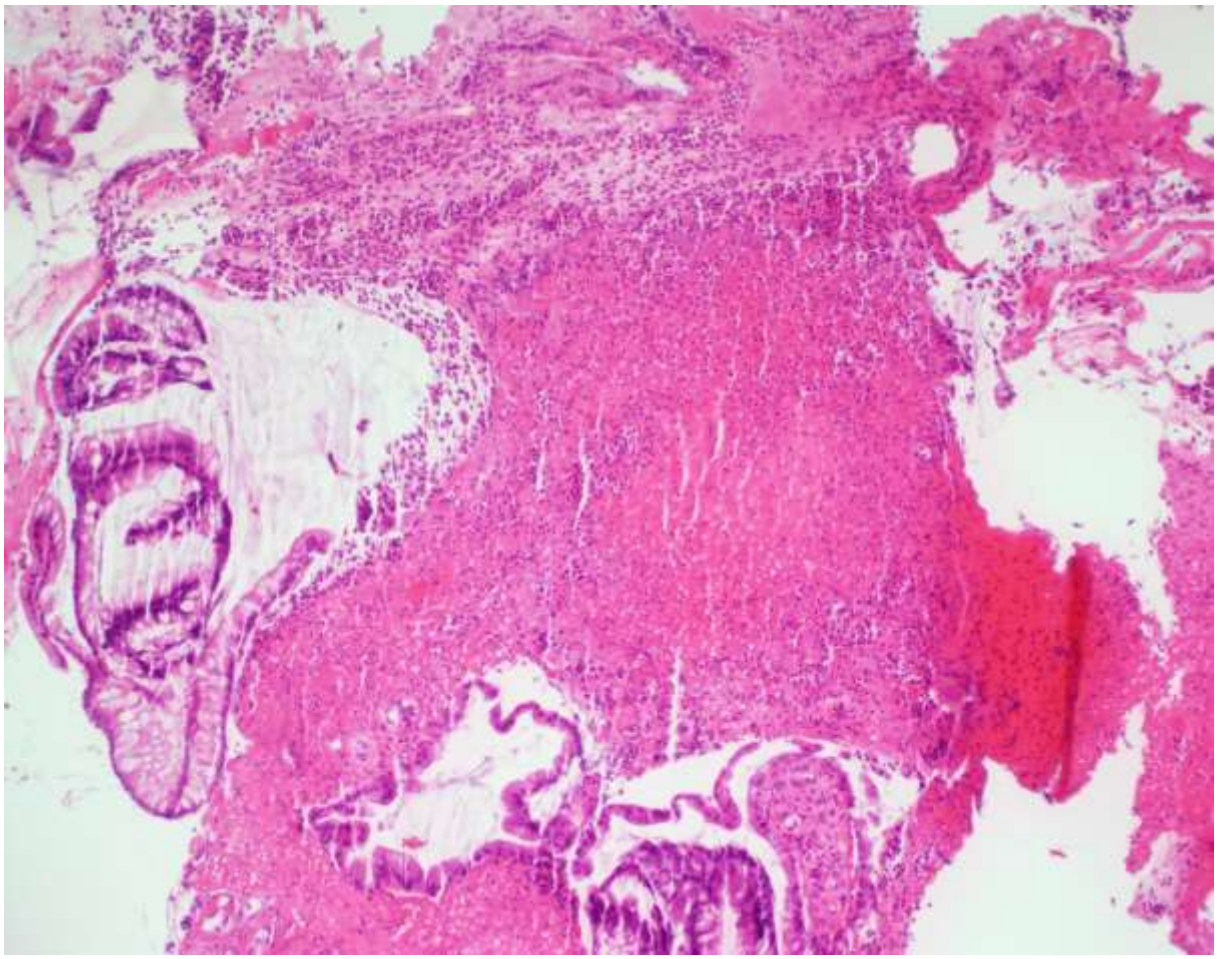
Resim 1. Anal kanal 3-4.cm de polipoid benzeri lezyonlar.



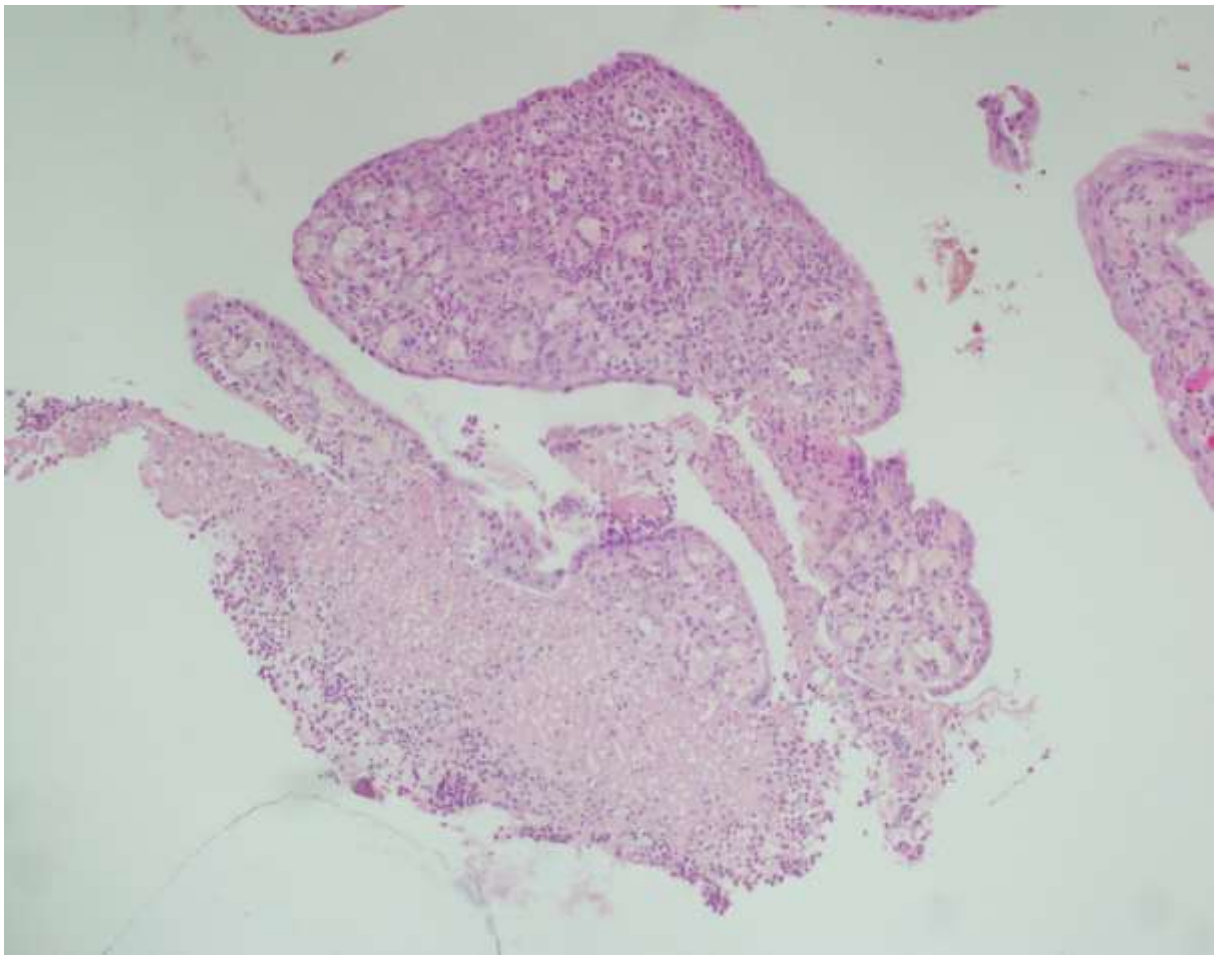
Resim 2. Anal kanal 3-4.cm de polipoid benzeri lezyonlardan forceps ile biyopsi alınması.

Hastanın patolojik incelemelerinde makroskobik bulguları:

Anal kanalda en büyüğü 0,5x0,2x0,2 cm, en küçüğü 0,1x0,1x0,1 cm boyutlarında grimtrak renkte 17 adet doku parçası Hematoksilen&Eozin (H&E) ile boyanmış ve mikroskop altında incelendiğinde ülser zemini, iltihabi granulasyon dokusu olarak tanımlanmıştır (Resim 3,4).



Resim 3. Anal kanalda iltihabi granulasyon dokusu (Boyama: Hematoksilen&Eozin X10).



Resim 4. Anal kanalda iltihabi granulasyon dokusu (Boyama: Hematoksilen&Eozin X10).

TARTIŞMA

Granülasyon dokusu, doku kaybının olduğu ya da geri emilememiş bir eksüdanın bulunduğu olguların iyileşme sürecinde de ortaya çıkan, bazı uzmanlarca "proliferatif (prodüktif) yangı" olarak nitelendirilen olgudur. Granülasyon dokusu ilk kez deri yaralarının iyileşmesi sırasında tanımlanmıştır; yara bölgesini dolduran damardan zengin dokunun yüzeyi granüllü görüldüğü için granülasyon dokusu adı verilmiştir (7). Granülasyon dokusu granülasyon dokusu yapımı ve sikatrisleşme olmak üzere iki evrede gerçekleşir (7-9).

Granülasyon dokusu damardan zengin olduğu için rengi kırmızıdır ve kolay kanar. Hücre ve sıvı bol olduğundan hacmi normaldir veya biraz fazla olabilir. İçinde çok az lif bulunduğundan yumuşak ve dayanıksızdır, kolay parçalanır. Enfeksiyona karşı dirençlidir (7-9). Olgumuzda polipoid benzeri lezyonlardan biyopsi alınması sırasında dokuların oldukça frajil ve kanamaya meyilli olduğu gözlendi. Ancak yine de tanısal amaçlı biyopsiler alındı. Bununla birlikte granulasyon dokularının kırmızı renkli olduğu ve kolay kanadığı izlendi.

SONUÇ

Kronik yara enfeksiyonunun tanısı klinik bulgulara ve hastalara bütünsel bir yaklaşıma dayanır. Cilt ülseri enfeksiyonunun değerlendirilmesi ve tedavisi konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Barbul A. Wound healing. Schwartz's Principles of Surgery. Mc Graw Hill Eight edition. 2005; 223.

2. Sherris DA, Kern EB. The Wound. In Basic Surgical Skills, Mayo Foundation for medical Education and research, Rochester, 1999:8-12

3. Onat DA. Yara İyileşmesi. Temel Klinik Bilimler. Saraçoğlu F(ed), cilt2, Güneş Kitabevi Ltd. Şti., Ankara, 1989:635-636.

4.*Uluslararası Yara Yatağı Hazırlama Danışma Kurulu, Kanada Kronik Yara Danışma Kurulu. Sibbald RG, Orsted H, Schultz GS, Coutts P, Keast D. Yara yatağını hazırlama 2003: enfeksiyon ve inflamasyona odaklanma. Stoma Yara Yönetimi. 2003;49(11):23–51.*

5.*Wysocki AB. Açık deri yaralarının değerlendirilmesi ve yönetimi: kolonizasyon ve enfeksiyon. AACN Klinik Sorunları. 2002;13(3):382–397. doi: 10.1097/00044067-200208000-00005.*

6. Scott L Freidman, Keneth R McQuaid. Current Diagnosis and Treatment in Gastroenterology. Güneş kitabevi, Gönen, 2. baskı, 2007:323-25.

7. Tahsinoğlu M, Çöloğlu AS, Erseven G. Dişhekimleri için Genel Patoloji, Altın Matbaacılık, İstanbul, 1981

8. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease. 9th edt., Elsevier Saunders, Philadelphia, 2015

9. Goljan EF. Rapid Review Pathology. 5th edt., Elsevier, Philadelphia, 2019

ENTEROBİYAZ VERMİCULARİS'Lİ HASTANIN KOLONOSKOPİK VE HİSTOLOJİK SONUÇLARI

COLONOSCOPIC AND HISTOLOGIC RESULTS OF A PATIENT WITH ENTEROBIASIS VERMICULARIS

Mervan KAMAR

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-6581-1694

Eda YILDIZHAN

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-5648-6498

Şehriban DURSUN DAĞ

Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0009-0006-8749-8316

Burak Veli ÜLGER

Prof. Dr. Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

ORCID ID: 0000-0001-9843-6301

ÖZET

Enterobiyaz vermicularis, halk arasında kıl kurdu olarak bilinen ve Enterobiyaz hastalığının etkeni olan nematod sınıfından bir bağırsak parazitidir. Amacımız bu olguda 53 yaşındaki erkek hastamızın karın ağrısı, perianal kaşıntı ve makattan iltihaplı akıntı gelmesi şikayetleri ile polikliniğimize başvuran hastanın kolonoskopik bulgularını ve kalın bağırsağında alınan biyopsi sonuçlarını histolojik bulgular doğrultusunda sunmaktır.

53 yaşındaki erkek hasta polikliniğinimize şiddetli karın ağrısı, perianal kaşıntı ve makattan iltihaplı akıntı gelmesi şikayetleri ile başvurmuştur. Hastaya tanısal amaçlı Kolonoskopi yapılması planlanmıştır. Hastanın kolonoskopi sırasında tüm kolon segmentleri ödemli, yer yer enflamatuar görünümde ve bütün kolon segmentlerinde büyüklükleri değişen çok sayıda *Enterobius vermicularis*'ler izlenmiştir. Transvers ve sigmoid kolondan random biyopsiler alınarak patolojiye gönderilmiştir. Hastanın patolojik incelemelerinde transvers ve sigmoid kolondan alınan dokuların Hematoksilen & Eozin (H&E) ile boyanarak ışık miroskobu altında incelenmesi sonucu olağan görünümde kolon mukozası olarak değerlendirilmiştir.

E.vermicularis, parazit sayısına bağlı olarak bazen asemptomatik olabildiği gibi parazite bağlı semptomların artması, vücuttaki sayısı ile doğru orantılıdır. Bütün faktörler göz önüne alındığında tekrarlama oranı yüksek olan ve aile içi enfeksiyonu olarak bilinen *E.vermicularisin* kontrolünde tıbbi tedavi ve bakımda aile üyelerinin birlikte ele alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enterobiyaz vermicularis, Kalın bağırsak histolojisi, Kolonda ödem.

ABSTRACT

Enterobiasis vermicularis, commonly known as pinworm, is an intestinal parasite of the nematode class that is the causative agent of Enterobiasis. In this case, we aim to present the colonoscopic findings of a 53-year-old male patient who was admitted to our outpatient clinic with complaints of abdominal pain, perianal itching and inflammatory discharge from the rectum.

A 53-year-old male patient was admitted to our outpatient clinic with complaints of severe abdominal pain, perianal itching and rectal discharge with pus. Colonoscopy was planned for diagnostic purposes. During the colonoscopy, all colon segments were edematous, inflammatory in some areas and numerous Enterobius vermicularis of varying sizes were observed in all colon segments. Random biopsies were taken from the transverse and sigmoid colon and sent to pathology. In the pathologic examinations of the patient, the tissues taken from the transverse and sigmoid colon were stained with Hematoxylin & Eosin (H&E) and examined under light miroscope and were evaluated as normal colonic mucosa.

E.vermicularis can sometimes be asymptomatic depending on the number of parasites, and the increase in parasite-related symptoms is directly proportional to the number of parasites in the body. Considering all factors, it is recommended that family members should be considered together in medical treatment and care in the control of E. vermicularis, which has a high recurrence rate and is known as a family infection.

Keywords: Enterobiasis vermicularis, Large intestine histology, Colonic edema.

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre bulaşıcı hastalıklar tüm dünyada ölüm nedenleri arasında ikinci sırada bulunan en önemli sağlık sorunlarından biridir. Bu hastalıklar içinde paraziter enfeksiyonlar gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha fazla olmak üzere önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmaktadır [1] .

*Enterobiyaz vermicularis (*E.vermicularis), halk arasında kıl kurdu olarak bilinen ve Enterobiyaz hastalığının etkeni olan nematod sınıfından bir bağırsak parazitidir. Dünya çapında ilkokul çağı çocuklarda yaygın olarak görülmektedir. İnsana özgü olmakla birlikte kalın bağırsak, özellikle çekum ve rektum bölgesinde nadiren de ince bağırsağın son kısımları, mide, gastrointestinal sistemden farklı bir bölgede de yaşayabilmektedir [2-5]. Literatürde bu parazitin epidemiyolojisinde cinsiyet, yaş, ırk, sosyal sınıf ve kültürün herhangi bir etkisinin olmadığı bununla birlikte oyun çağı çocuklarında ve ilkokul öğrencileri arasında genel popülasyona göre daha yaygın olduğu belirtilmektedir [2, 4]**.** Paraziter hastalıklar fiziksel ve zihinsel sağlığı etkilemesi ve mortaliteye neden olması nedeni ile 0-15 yaş grubu çocukların sağlığı açısından önemli bir sağlık sorunudur [2, 3]. Türkiye'de yapılan çalışmalarda ilköğretim öğrencilerinin % 11.04- 74.19'unda bir ya da daha fazla bağırsak paraziti tespit edilmiştir [6,7]. *E.vermicularis* okul çağındaki çocuklarda ilk sıralarda saptanan parazitlerden biridir [7-9].

Amacımız bu olguda 53 yaşındaki erkek hastamızın karın ağrısı, perianal kaşıntı ve makattan iltihaplı akıntı gelmesi şikayetleri ile polikliniğimize başvuran hastanın kolonoskopik bulgularını ve kalın bağırsağında alınan biyopsi sonuçlarını histolojik bulgular doğrultusunda sunmaktır.

OLGU SUNUMU

53 yaşındaki erkek hasta Dicle Üniversitesi Genel Cerrahi polikliniğine şiddetli karın ağrısı, perianal kaşıntı ve makattan iltihaplı akıntı gelmesi şikayetleri ile başvurdu. Hastaya tanısal amaçlı Kolonoskopi yapılması planlandı. Hastanın kolonoskopi sırasında perine muayenesi ve rektal tuşesi normal bulunarak, herhangi bir engelle karşılaşılmadan çekuma kadar ilerlendi. Çıkış esnasında yapılan ayrıntılı incelemede tüm kolon segmentleri ödemli, yer yer enflamatuar görünümde ve bütün kolon segmentlerinde büyüklükleri değişen çok sayıda *Enterobius vermicularis*'ler izlendi (Resim 1 ve 2). Yapılan kolonoskopi işlemi komplikasyonsuz sonlandırıldı, hastaya kolonoskopi sonuçlarıyla, ailedeki herkes ile birlikte Enfeksiyon hastalıkları polikliniğine gitmesi ve patoloji sonuçları çıkınca tekrar Genel Cerrahi polikliniğine gelmesi önerildi.

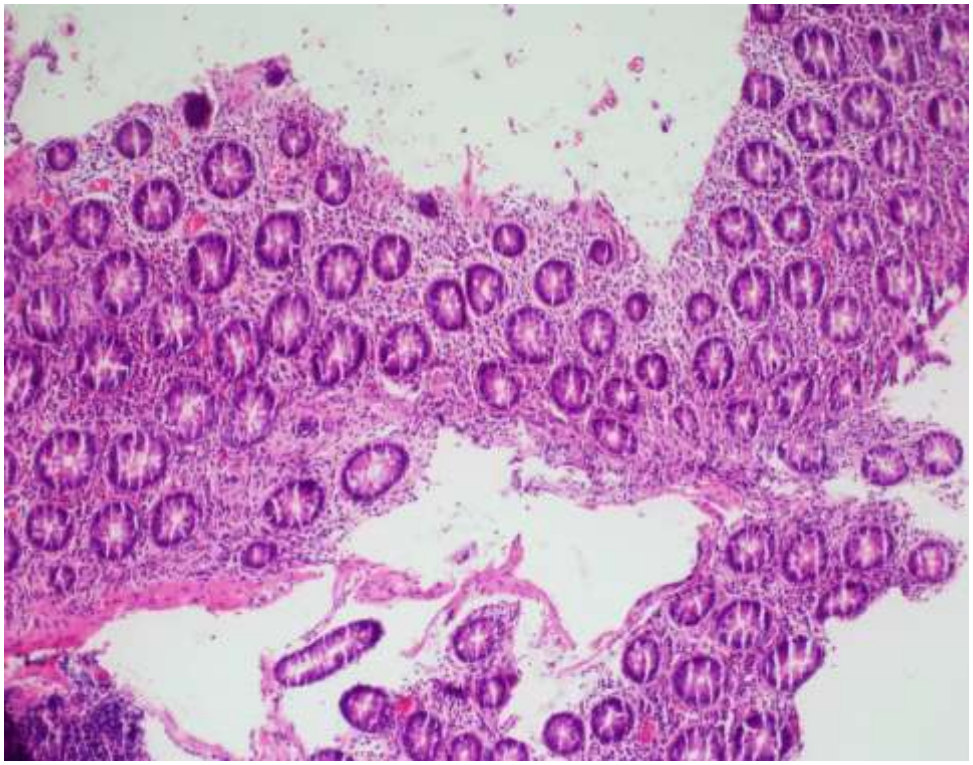
Resim 1. Transvers kolonda *Enterobius vermicularis*'ler ve ödem.

Resim 2. Sigmoid kolonda *Enterobius vermicularis*.

Hastanın patolojik incelemelerinde makroskobik ve mikroskobik bulguları:

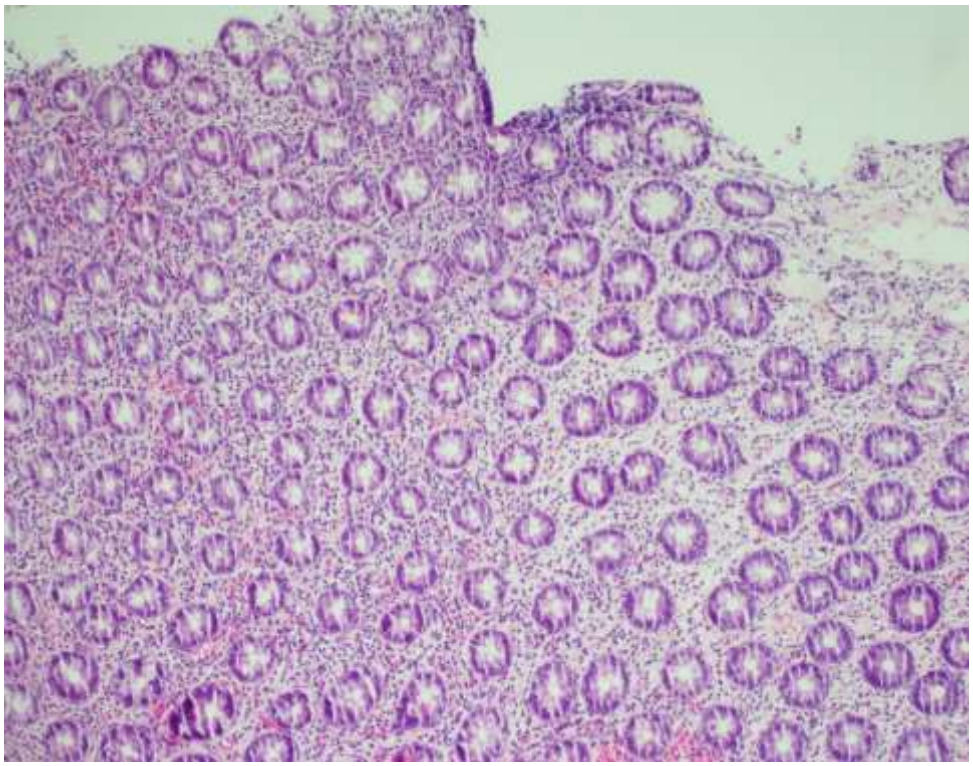
Transvers kolondan alınan en büyüğü 0,3x0,2x0,2 cm boyutlarında, en küçüğü ise 0,2x0,2x0,2 cm boyutlarında grimtrak renkte 2 adet doku parçası Hematoksilen & Eozin (H&E) ile boyanmış, mikroskop altında incelendiğinde, normal kolon mukozası olarak izlenmiştir (Resim 3).

Sigmoid kolondan alınan örnekler ise en büyüğü 0,5x0,2x0,2 cm boyutlarında, en küçüğü 0,2x0,2x0,1 cm boyutlarında grimtrak renkte 3 adet doku parçası yine H&E ile boyanmış ve mikroskop altında incelendiğinde, olağan görünümde kolon mukozası olarak değerlendirilmiştir (Resim 4).



Resim 3. Normal histolojik görünümde transvers kolon

(Boyama: Hematoksilen & Eozin, X10).



Resim 4. Olağan histolojik görünümde sigmoid kolon

(Boyama: Hematoksilen & Eozin, X10).

TARTIŞMA

E.vermicularis, halk arasında kıl kurdu olarak bilinen ve Enterobiyaz hastalığının etkeni olan nematod sınıfından bir bağırsak parazitidir. İnsana özgü olmakla birlikte kalın bağırsak, özellikle çekum ve rektum bölgesinde nadiren de ince bağırsağın son kısımları, mide, gastrointestinal sistemden farklı bir bölgede de yaşayabilmektedir [2-5]. E.vermicularis, iklimi sıcak ve kuru olan tropikal bölgelerden çok, ılıman bölgelerde görülmekle birlikte dünyanın her yerinde görülebilen bir parazit türüdür [4,10]. Ilıman iklime sahip olan İran'da görülme sıklığı %17.2 [11] iken, ülkemizde son yıllarda yapılan bir çalışmada %10.4 oranında olarak bildirilmiştir [9]. Literatürde bu parazitin epidemiyolojisinde cinsiyet, yaş, ırk, sosyal sınıf ve kültürün herhangi bir etkisinin olmadığı bununla birlikte oyun çağı çocuklarında ve ilkokul öğrencileri arasında genel popülasyona göre daha yaygın olduğu belirtilmektedir [2,4]. Ayrıca çalışmaların çoğunluğunda E.vermicularisin en çok görülen parazitler arasında ilk üç sırada yer aldığı belirtilmektedir [12,13].

E. vermicularis, geniş ailelerde, toplu yaşanan yurt, bakım yuvaları, huzur evleri, kışla gibi yerlerde kişiden kişiye kolayca yayılır. Bu nedenle de bir aile içi enfeksiyonu olarak tanımlanır. Bağırsak parazitlerinin görülmesinde en temel sosyal belirleyicinin yoksulluk olduğu bilinmektedir. Rio de Janeiro'nun bağırsak parazitleri konusunda prevalans bilgilerinin sunulduğu ilk epidemiyolojik çalışmada yoksulluk arttıkça parazit görülme oranında arttığı, bu nedenle halk sağlığı hizmetlerinin sunumunda yoksul halkın yaşadığı bölgelere öncelik verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır [14].

Enterobius vermicularisin çoğalmasında dişi parazitin yumurtlama özelliği önemlidir. Bağırsak lümeni içerisinde genellikle serbest olarak bulunan ve bağırsak lümeni içerisindeki gıdalar, mukoza epiteli, kan ve lenf sıvısından beslenen parazitin dişileri genellikle rektuma doğru hareket etme eğilimindedirler. Dişi E.vermicularis yumurtlama zamanı geldiğinde anüsten çıkarak perianal bölgeye yumurtalarını bıraktığı ve yumurtalarını bırakan parazitin öldüğü bildirilmektedir [3-5].

Oval görünümde bir tarafı düz, diğer tarafı konveks olan enterobius yumurtalarının görünüşü ekmek somununa benzemektedir (Resim 5). Yumurtalar düz, renksiz, kalın bir kabuğa sahip, 50-60 µm

boyunda, 20-30 µm enindedir. Serin ve nemli ortamlarda yumurtalar 13 günden 8 haftaya kadar canlı kalabilmektedir [3,4].

Resim 5. Enterobius Vermicularis Yumurtalarının Mikroskobik Fotoğrafı [15]

E.vermicularis, parazit sayısına bağlı olarak bazen asemptomatik olabilir. Parazitin etkisinin şiddeti vücuttaki sayısı ile doğru orantılıdır. Sindirim sisteminde yaşarken diğer sistemleri de etkileyen bu parazitin belirtileri arasında sindirim sistemi belirtileri, sinir sistemi belirtileri, ürogenital sistem belirtileri ve deri belirtileri yer almaktadır.

Olgumuzda 53 yaşındaki erkek hastamızın semptomları arasında şiddetli karın ağrısı, perianal kaşıntı ve makattan iltihaplı akıntı gelmesi mevcuttu. Hastamıza yapılan kolonoskopi sırasında tüm kolon segmentleri ödemli, yer yer enflamatuar görünümde ve bütün kolon segmentlerinde büyüklükleri değişen çok sayıda *Enterobius vermicularis*'ler izlendi.

SONUÇ

Bağırsak parazitlerinin görülmesinde en temel sosyal belirleyicinin yoksulluk olduğu bilinmektedir. Bağırsak lümeni içerisinde genellikle serbest olarak bulunan ve bağırsak lümeni içerisindeki gıdalar, mukoza epiteli, kan ve lenf sıvısından beslenen parazitin dişileri genellikle rektuma doğru hareket etme eğilimindedirler. *E.vermicularis*, parazit sayısına bağlı olarak bazen asemptomatik olabildiği gibi parazite bağlı semptomların artması, vücuttaki sayısı ile doğru orantılıdır. Bütün faktörler göz önüne alındığında tekrarlama oranı yüksek olan ve aile içi enfeksiyonu olarak bilinen *E.vermicularisin* kontrolünde tıbbi tedavi ve bakımda aile üyelerinin birlikte ele alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

[1]Global Health Observatory (GHO) data, WHO, 2015. http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/(15.04.2017)

[2] Unat E.K., Yücel A., Altaş K., "Unatın Tıp Parazitolojisi İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları" İ. Ü. Cerrah Paşa Tıp Fak. Yayınları, (4.bs.), 27-50s, İstanbul, 1995

[3] Bogitsh B.J., Carter C.E., Oeltmann T.N., "İntestinal Nematodes. In: Human Parasitology" Saint Louis, MO, Academic Press (3rd Edition), 323-360p, USA, 2005

[4] Saygı G., "Paraziter Hastalıklar ve Parazitler", ISBN: 978-975-94317-4-7, 3-34s, İzmir, 2009

[5] WEB-1.(2013) https://www.cdc.gov/parasites/pinworm/biology.html (01.04.2017).

[6] Ekşi F., Doğan Y., Özdemir G., ve ark. "Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde Bir Yıllık Sürede Gaita Örneklerinde Saptanan Bağırsak Parazitlerinin Dağılımı". Fırat Tıp Dergisi, 18(4): 235-238, 2013

[7] Karacan E., "Van İli Çaldıran İlçesinde İnsanlarda Bağırsak Parazitlerinin Dağılımı" Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66-70s, Van, 2011

[8] Kuzu A., "Kocaeli İlinde İki İlköğretim Okulu Çocuklarında Enterobıus Vermıcularıs Dağılımının Araştırılması ve Parazitozun Biyokimyasal Analizi" Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 20-35s, Sivas, 2010

[9] Yazgan S., Çetinkaya Ü., Şahin İ., "İlköğretim Çağı Çocuklarında Enterobius Vermicularis (L.1758). Yaygınlığı ve Çeşitli Semptomlar İle İlişkisinin Araştırılması" Türk Parazitoloji Dergisi, 39: 100-101, 2015

[10] Kannan I.D., "Essentials of Microbiology for Nurses" *Elsevier Health Sciences* (1 th ed), 217-229p, 2016

[11] Moosazadeh M., Abedi G., Afshari M., et al,. "Prevalence of Enterobius Vermicularis Among Children in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis"*Osong Public Health and Research Perspectives*, 8(2) :108-115, 2017

[12] Altınöz Aytar A,, Cihadiye Öztürk E., Göçmen Ş., ve ark., "Öğrencilerde Bağırsak Parazitlerinin ve Hijyen Bilgi Düzeylerinin Araştırılması" *Türk Parazitoloji Dergisi*, 39: 277-285, 2015

[13] Çeliksöz A., Acıöz M., Değerli S., et al., "Effects of Enterobiasis on Primary School Children" *African Journal of Microbiology Research*, 4(8): 634-639, 2010

[14] Faria C.P., Zanini G.M., Dias G.S., et al., "Geospatial Distribution of İntestinal Parasitic İnfections in Rio De Janeiro (Brazil) and İts Association with Social Determinants" *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(3): 21-42, 2017.

[15] WEB_2. (2013) https://phil.cdc.gov/phil/details.asp (05.04.2017).

KÜLTÜR BİTKİLERİNDE JASMONİK ASİT

JASMONIC ACID IN CROPS

Gülten TARHAN

Master's Student, Aydın Adnan Menderes University

ORCID NO: 0009-0004-5144-8793

Volkan Mehmet ÇINAR

Postdoctoral Researcher, Aydın Adnan Menderes University

ORCID NO: 0000-0001-5822-5649

Aydın ÜNAY

Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes University

ORCID NO: 0000-0002-7278-4428

ÖZET

α-linolenik asitten sentezlenen jasmonik asit bitkilerde biyotik ve abiyotik strese savunma mekanizması olmasının yanında çok sayıda olayda da düzenleyici rol oynayan bir fitohormondur. Birçok bitkide kuraklık ve tuzluluğa dayanıklılık ıslahında seleksiyon kriteri olan prolinin birikimini artırmaktadır. Böcek zararı sonucu bitki savunma mekanizmasının uyarılmasında etilen ile birlikte hareket etmektedir. Strese karşı rolü yanında jasmonik asit tohum çimlenmesi, trikom gelişimi, stamen gelişimi, yaprak dökülmesi ve yaşlılık üzerinde etkilidir. Atmosferde artan CO_2 içeriği salisilik asit sentezini olumlu yönde etkilerken jasmonik asidi baskılaması sonucu nekrotrofik fungal patojenler artış göstermektedir. Pamukta lif oluşum sürecinde olumlu etkilerine karşın jasmonik asit içeriğinin aşırı düzeyde artışı lif uzamasını olumsuz etkilemektedir. İçsel jasmonik asit sentezi ve yoğunluğunun derinlemesine incelenmesi ve dışsal yaprak uygulamalarının fizyolojik olaylara etkisinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, jasmonik asit, lif oluşumu, savunma mekanizması, yüksek sıcaklık

ABSTRACT

Jasmonic acid synthesized from α-linolenic acid is a phytohormone that plays a regulatory role in many processes as well as defense mechanisms to biotic and abiotic stress in plants. It increases the accumulation of proline, which is a selection criterion in breeding for drought and salinity resistance in many crops. It acts together with ethylene in stimulating the plant defense mechanism as a result of insect damage. In addition to its role against stress, jasmonic acid is effective on seed germination, trichome development, stamen development, defoliation and senescence. Increased CO_2 content in the atmosphere positively affects the synthesis of salicylic acid and suppresses jasmonic acid, resulting in an increase in necrotrophic fungal pathogens. Despite its positive effects on the fiber formation process in cotton, excessive increase in jasmonic acid content negatively affects fiber elongation. It is important to study in-depth the synthesis and concentration of endogenous jasmonic acid and to evaluate the effect of exogeneous foliar applications on physiological events.

Key words: Defense mechanism, fiber formation, heat stress, heavy metal, jasmonic acid

GİRİŞ

Fitohormonlar arasında jasmonik asit (JA) ve jasmonyl isoleucine (JA-Ile), methyl jasmonate (MeJA), 12-hydroxyjasmonic acid sulfate (12-HSO4-JA), cis-jasmone, JA-glukozil ester, JA-Ile metil ester,

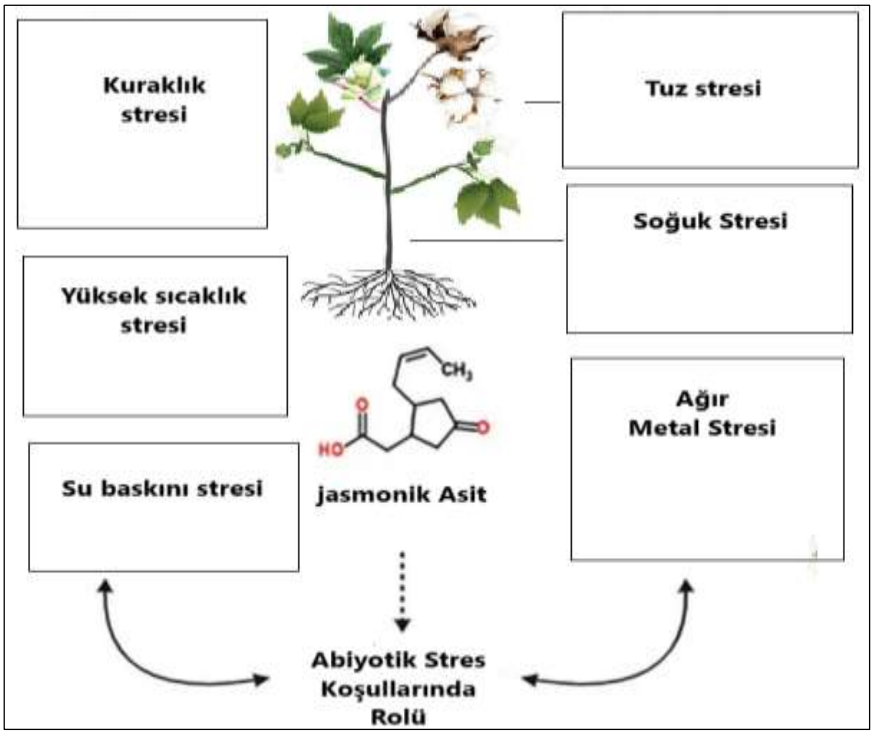
jasmonoyl-amino asit, 12-karboksi-JA-IIe, 12-O-glukozil-JA-IIe, 12-O-glukozil-JA, JA-Ile glukozil ester gibi türevler jasmonatlar olarak bilinir (Ghorbel vd., 2021). Jasmonik asit oktadekanoid yolla bir yağ asidi olan linolenik asitten sentezlenen lipit türevli bir hormondur (Kaur ve Sirhindi, 2015; Jia vd., 2015; Ruan vd., 2019). Jasmonik asidin kimyasal yapısının çekirdeği içsel bir sinyal molekülü olan 3-okso-2-2′- cis -pentenil-siklopentan-1-asetik asittir (Campos vd., 2014; Llanes vd., 2016). Linolenik asit, lipoksijenaz tarafından oksijenlendirilerek bir peroksit üretilir ve bu daha sonra allen oksit sentaz tarafından öncü olan oksofitodienoik aside dönüştürülür. Sonuç olarak jasmonik asit lipoksijenaz yolunun farklı dallarında meydana gelen oksidatif süreçlerle kloroplast zarlarının α-linolenik asidinden oluşan oksilipin ailesinin üyeleri olarak kabul edilir (Wasternack ve Song, 2017).

Abiyotik ve biyotik strese yanıttaki rolleri iyi bilinmesine rağmen, JA aynı zamanda tohum çimlenmesi, trikom gelişimi, stamen gelişimi, yaprak dökülmesi ve yaşlılık dahil olmak üzere bitki büyümesi ve gelişiminin yönlerini düzenlemede de önemli bir rol oynar (Delker vd., 2006; Ito vd., 2007). Ayrıca patateste yumru oluşumunu teşvik ettiği bilinmektedir (León ve Sánchez-Serrano, 1999).

Jasmonik Asidin Abiyotik Stres Koşullarındaki Rolü

Jasmonik asit tohum çimlenmesi ve yan kök oluşumunu olumlu yönde etkilemektedir (Stenzel vd., 2003; Dave ve Graham, 2012). Bu etkileri ile jasmonik asit su eksikliğinin meydana getirdiği olumsuz koşulları iyileştirmektedir (Cheong ve Choi, 2003; Yosefi vd., 2018). Jasmonik asit seviyesindeki bir artış, özellikle kuraklık ve tuzlulukla ilişkilendirilen prolin biyosentezini ve birikimini teşvik etmektedir (Chen ve Zhang, 2016). Dışsal olarak uygulanan jasmonik asit SOD (superoxide dismutases) aktivitesini, prolin ve antosiyanin içeriğini artırarak UV-B radyasyonunun olumsuz etkilerini dengelemektedir (Liu vd., 2012). Ayrıca, klorofil konsantrasyonunu, kök uzunluğunu, sürgün ve kök taze ağırlıklarını artırarak tuzluluk stresine karşı direnci geliştirdiği belirtilmiştir (Rezai vd., 2013).

2,000 mmol m^{-2} s^{-1} üzerindeki yüksek ışık zararı ve yüksek sıcaklık stresi fotosentez mekanizması üzerinden bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir (Murata vd., 2007; Ruban, 2015). Jasmonik asit bitkilerin bu stres kombinasyonuna alışmasında önemli bir rol oynamaktadır (Balfagón vd., 2019). Jasmonik asitlerin düzenlenmesinde yol oynadığı mekanizmalar sayesinde fertilite, kök gelişmesi, antosiyan birikiminin arttığı ve düşük sıcaklık stresine karşı etkili olduğu saptanmıştır (Thines vd., 2007; Song vd., 2011; Han vd., 2022).



Şekil 1. Jasmonik asidin abiyotik stres koşullarındaki rolü

Kurşun (Pb), cıva (Hg), bakır (Cu) ve kadmiyum (Cd) dahil olmak üzere endüstriyel atık maddelerden veya doğal çevreden kaynaklanan ağır metaller, bitki gövdesindeki seviyeleri bir eşiği aştığında bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde toksik etkilere sahiptir (Reeves vd., 2012). Kadmiyumun artması ile jasmonik asit sentez genlerinin etkisi artmakta ve böylelikle kök ve sürgün dokularındaki kadminyum konsantrasyonunu önemli ölçüde azalmaktadır (Lei vd, 2020).

Pamukta Lif Oluşumuna Jasmonik Asidin Etkisi

Gibberellik asit, oksin, sitokinin, brassinosteroid, absisik asit, etilen, jasmonik asit, salisilik asit ve strigolakton gibi fitohormonlar bitki büyümesi, hücre uzaması ve hücre genişlemesinde doğrudan rol oynamakla birlikte pamuktaki lif hücrelerinin gelişiminden sorumludurlar (Kim ve Triplett, 2001; Ahmed vd., 2018).

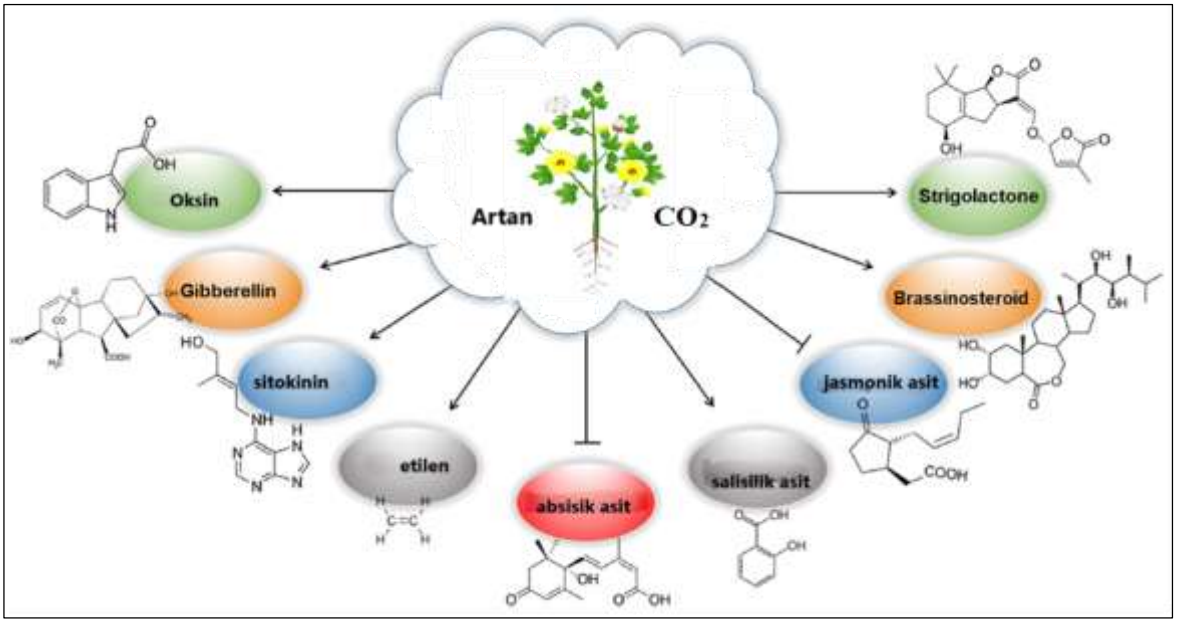
Farklılaşması ve gelişimi çok karmaşık bir süreç olan pamuk lif hücreleri oluşumu 4 aşamada incelenmektedir. Lif başlangıç evresi çiçeklenmeden 3 gün önce başlar ve çiçeklenmeden sonra 2 gün devam eden 5-6 günlük süreçtir. Lif hücre uzaması dönemi çiçeklenmeden sonra yaklaşık olarak 25 gün devam etmektedir. Ardından başlayan hücre duvarı kalınlaşması ise çiçeklenme sonrası 20. ve 45. günler arasında meydana gelmektedir Son dönem olan lif hücresi olgunlaşması ise çiçeklenme sonrası yaklaşık olarak 45–50 gün sürmektedir (Basra ve Malik, 1984). Genomik, fonksiyonel genomik ve proteomik çalışmalar etilen ve pektinin yanı sıra sekonder hücre duvarı sentezinde rol oynayan genlerin pamukta lif büyümesini etkilediğini belirlemiştir (Ji vd., 2003; Shi vd., 2006; Gou vd., 2007; Pang vd., 2010).

Çiçeklenme sonrası 5. ve 10. günler arası lif uzamasının ortaya çıktığı dönemlerdir (Shi vd., 2006). Oksin ve gibberellin lif gelişimini olumlu etkilemektedir (Beasley ve Ting, 1973). Çiçeklenme sonrası dönemde jasmonik asit içeriğinin incelenmesi ve gen ekspresyonu çalışmaları lif esnekliği ile jasmonik asit arasındaki olumsuz ilişkiyi göstermiştir (Tan vd., 2012). Bu bilgilere ek olarak jasmonik asidin tüm lif gelişimi döneminde etkili olduğu ancak aşırı yoğunlukta jasmonik asit miktarının lif gelişimi olumsuz etkilediği vurgulanmıştır (Wang vd., 2015).

Bitki Savunma Mekanizması ve Jasmonik Asit

Böceklere karşı bitkiler yapısal ve uyarılmış savunma mekanizması geliştirmiştir (Zhang vd., 2020). Uyarılmış savunma, büyüme ve üreme gibi diğer fizyolojik faaliyetler için kullanılacak fotosentez ürünlerini savunma için kullanabilir (He vd., 2022) ve bu süreçte bitki hormonlarının kilit rol oynadığı karmaşık bir sinyal sistemi çalışmaktadır (Smith vd., 2009). Uyarılmış savunmada sinyal yolunun işleyişi jasmonik asit ve etilene bağlıdır (Aktaş ve Güven, 2005). Söz konusu fitohormonlar böcek zararı ve önleme koşulları altında gelişimsel süreçlere ve çoklu sinyal ağlarına aracılık ederek homeostasisin sürdürülmesine yardımcı olmaktadır (Giron vd., 2013; Moreira vd., 2018). Böcek hasarı sonucu oluşan mekanik yaralanma proteinaz inhibitörlerinin ve diğer sistemik yaralanma tepkisi proteinlerinin birikimi tetiklenir. Peptid sistemin floemde taşınarak zarar görmemiş yapraklara ulaşır. Burada fosfolipitlerin hidrolizi sonucu linoleik asit oluşur. Proteinaz inhibitörlerinin ve diğer sistemik yaralanma tepkisi proteinlerini sentezlenmesini yöneten genlerin uyarılmasında bir sinyal molekülü olan etilene gereksinim vardır. Yani jasmonik asit tek başına proteinaz inhibitörlerinin gen ekspresyonunu uyaramamaktadır. Bu nedenle, yaralanma sinyal yolunda jasmonik asit etkinliği için etilen bulunmak zorundadır (Aktaş ve Güven, 2005).

Salisilik asit ve jasmonik asit gibi sinyal yolları üzerinde etkili fitohormonlar artan CO_2 koşullarında patojenlere karşı bitki savunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Artan CO_2 içeriğinin salisilik asidi olumlu etkilemekte buna karşın jasmonik asidi baskılamaktadır (Şekil 2). Bu nedenle biyotrofik ve hemibiyotrofik patojenlerin neden olduğu hastalıkların baskılanmakta ancak nekrotrofik fungal patojenlerin zararı artma eğilimindedir (Li ve Ahammed, 2023).



Şekil 2. Artan CO_2 koşullarında fitohormonlar

Dışsal jasmonik asit uygulaması unlu bit gelişimini yavaşlatmasına karşın önceden enfekte edilen bitkilerde unlu bit gelişiminin hızlandığı, unlu bit zararının jasmonik asit ile düzenlenen gosipol üretimini engellediği ve jasmonik asit ile ilgili genlerin ekspresyonunun önlediği görülmüştür (Zhang vd., 2011). Unlu bit jasmonik asit ve salisilik asidi sinyal yolunu baskılayarak uyarılmış savunmaları bastırmaktadır (Zhang vd., 2015).

SONUÇLAR VE GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER

Bitki savunma sistemi için oldukça önemli olan jasmonik asit biyosentezi bitkinin karşılaştığı biyotik ve abiyotik stres koşullarına bağlı olarak değişmektedir. İleri ıslah yöntemleri strese dayanıklılık yönünden jasmonik asit sentezinin genetik olarak düzenleme olanağına sahiptir. Jasmonik asidin uygun formda, zamanda ve dozda diğer homonlar ile birlikte kombinasyon halinde yaprak uygulaması şeklinde verilmesi çok sayıda stres koşulunun olumsuz etkilerini iyileştirebilir.

KAYNAKÇA

Ahmed, M., Shahid, A. A., Din, S. U., Akhtar, S., Ahad, A., Rao, A. Q., ... & Husnain, T. (2018). An overview of genetic and hormonal control of cotton fiber development. Pakistan Journal of Botany, 50(1), 433-443.

Aktaş, L. Y., & Güven, A. (2005). Bitki savunma sistemlerinde hormonal sinyal moleküller ve çapraz iletişimleri. Çankaya University Journal of Arts and Sciences, 1(3), 1-12.

Balfagón, D., Sengupta, S., Gómez-Cadenas, A., Fritschi, F. B., Azad, R. K., Mittler, R., & Zandalinas, S. I. (2019). Jasmonic acid is required for plant acclimation to a combination of high light and heat stress. Plant physiology, 181(4), 1668-1682. https://doi.org/10.1104/pp.19.00956

Basra, A. S., & Malik, C. (1984). Development of cotton fiber. International Review of Cytology, 89, 65–113. https://doi.org/10.1016/S0074-7696(08)61300-5

Beasley, C. A., & Ting, I. P. (1973). The effects of plant growth substances on in vitro fiber development from fertilized cotton ovules. American Journal of Botany, 60(2), 130-139. https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1973.tb10209.x

Campos, M. L., Kang, J. H., & Howe, G. A. (2014). Jasmonate-triggered plant immunity. Journal of chemical ecology, 40, 657-675. https://doi.org/10.1007/s10886-014-0468-3

Chen, T., & Zhang, B. (2016). Measurements of proline and malondialdehyde content and antioxidant enzyme activities in leaves of drought stressed cotton. Bio-protocol, 6(17), e1913-e1913. https://doi.org/10.21769/BioProtoc.1913

Cheong, J. J., & Do Choi, Y. (2003). Methyl jasmonate as a vital substance in plants. TRENDS in Genetics, 19(7), 409-413. https://doi.org/10.1016/S0168-9525(03)00138-0

Dave, A., & Graham, I. A. (2012). Oxylipin signaling: a distinct role for the jasmonic acid precursor cis-(+)-12-oxo-phytodienoic acid (cis-OPDA). Frontiers in plant science, 3, 42. https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00042

Delker, C., Stenzel, I., Hause, B., Miersch, O., Feussner, I., & Wasternack, C. (2006). Jasmonate biosynthesis in Arabidopsis thaliana-enzymes, products, regulation. Plant Biology, 8(03), 297-306. https://doi.org/10.1055/s-2006-923935

Ghorbel, M., Brini, F., Sharma, A., & Landi, M. (2021). Role of jasmonic acid in plants: the molecular point of view. Plant Cell Reports, 40, 1471-1494. https://doi.org/10.1007/s00299-021-02687-4

Giron, D., Frago, E., Glevarec, G., Pieterse, C. M., & Dicke, M. (2013). Cytokinins as key regulators in plant–microbe–insect interactions: connecting plant growth and defence. Functional Ecology, 27(3), 599-609. https://doi.org/10.1111/1365-2435.12042

Gou, J. Y., Wang, L. J., Chen, S. P., Hu, W. L., & Chen, X. Y. (2007). Gene expression and metabolite profiles of cotton fiber during cell elongation and secondary cell wall synthesis. Cell research, 17(5), 422-434. https://doi.org/10.1038/sj.cr.7310150

Han, Z., Zhang, C., Zhang, H., Duan, Y., Zou, Z., Zhou, L., ... & Ma, Y. (2022). CsMYB transcription factors participate in jasmonic acid signal transduction in response to cold stress in tea plant (Camellia sinensis). Plants, 11(21), 2869. https://doi.org/10.3390/plants11212869

He, Z., Webster, S., & He, S. Y. (2022). Growth–defense trade-offs in plants. Current Biology, 32(12), R634-R639. https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.04.070

Ito, T., Ng, K. H., Lim, T. S., Yu, H., & Meyerowitz, E. M. (2007). The homeotic protein AGAMOUS controls late stamen development by regulating a jasmonate biosynthetic gene in Arabidopsis. The Plant Cell, 19(11), 3516-3529. https://doi.org/10.1105/tpc.107.055467

Ji, S. J., Lu, Y. C., Feng, J. X., Wei, G., Li, J., Shi, Y. H., ... & Zhu, Y. X. (2003). Isolation and analyses of genes preferentially expressed during early cotton fiber development by subtractive PCR and cDNA array. Nucleic acids research, 31(10), 2534-2543. https://doi.org/10.1093/nar/gkg358

Jia, H., Zhang, C., Pervaiz, T., Zhao, P., Liu, Z., Wang, B., ... & Qian, J. (2016). Jasmonic acid involves in grape fruit ripening and resistant against Botrytis cinerea. Functional & integrative genomics, 16, 79-94. https://doi.org/10.1007/s10142-015-0468-6

Kaur, H., & Sirhindi, G. (2015). Exogenous application of jasmonic acid offers tolerance to salinity by altering stress responses in Brassica napus L. variety GSC 6. International Journal of Science and Research, 6, 1930–1934.

Kim, H. J., & Triplett, B. A. (2001). Cotton fiber growth in planta and in vitro. Models for plant cell elongation and cell wall biogenesis. Plant physiology, 127(4), 1361-1366. https://doi.org/10.1104/pp.010724

Lei, G. J., Sun, L., Sun, Y., Zhu, X. F., Li, G. X., & Zheng, S. J. (2020). Jasmonic acid alleviates cadmium toxicity in Arabidopsis via suppression of cadmium uptake and translocation. Journal of integrative plant biology, 62(2), 218-227. https://doi.org/10.1111/jipb.12801

León, J., & Sánchez-Serrano, J. J. (1999). Molecular biology of jasmonic acid biosynthesis in plants. Plant physiology and Biochemistry, 37(5), 373-380. https://doi.org/10.1016/S0981-9428(99)80043-6

Li, Z., & Ahammed, G. J. (2023). Salicylic acid and jasmonic acid in elevated CO2-induced plant defense response to pathogens. Journal of Plant Physiology, 286, 154019. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2023.154019

Liu, X., Chi, H., Yue, M., Zhang, X., Li, W., & Jia, E. (2012). The regulation of exogenous jasmonic acid on UV-B stress tolerance in wheat. Journal of plant growth regulation, 31, 436-447. https://doi.org/10.1007/s00344-011-9253-5

Llanes, A. S., Andrade, A. M., Alemano, S. G., & Luna, M. V. (2016). Alterations of endogenous hormonal levels in plants under drought and salinity. American Journal of Plant Sciences, 7, 1357–1371. http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.79129

Moreira, X., Abdala-Roberts, L., & Castagneyrol, B. (2018). Interactions between plant defence signalling pathways: evidence from bioassays with insect herbivores and plant pathogens. Journal of Ecology, 106(6), 2353-2364. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12987

Murata, N., Takahashi, S., Nishiyama, Y., & Allakhverdiev, S. I. (2007). Photoinhibition of photosystem II under environmental stress. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics, 1767(6), 414-421. https://doi.org/10.1016/j.bbabio.2006.11.019

Pang, C. Y., Wang, H., Pang, Y., Xu, C., Jiao, Y., Qin, Y. M., ... & Zhu, Y. X. (2010). Comparative proteomics indicates that biosynthesis of pectic precursors is important for cotton fiber and Arabidopsis root hair elongation. Molecular & Cellular Proteomics, 9(9), 2019-2033. https://doi.org/10.1074/mcp.M110.000349

Reeves, P. H., Ellis, C. M., Ploense, S. E., Wu, M. F., Yadav, V., Tholl, D., ... & Reed, J. W. (2012). A regulatory network for coordinated flower maturation. PLoS genetics, 8(2), e1002506. https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002506

Rezai, S., Orojloo, M., Bidabadi, S. S., & Soleimanzadeh, M. (2013). Possible Role of Methyl Jasmonate in Protection to NaCl-Induced Salt Stress in Pepper cv." Green Hashemi". International journal of agriculture and crop sciences, 6(17), 1235.

Ruan, J., Zhou, Y., Zhou, M., Yan, J., Khurshid, M., Weng, W., ... & Zhang, K. (2019). Jasmonic acid signaling pathway in plants. International journal of molecular sciences, 20(10), 2479. https://doi.org/10.3390/ijms20102479

Ruban, A. V. (2015). Evolution under the sun: optimizing light harvesting in photosynthesis. Journal of experimental botany, 66(1), 7-23. https://doi.org/10.1093/jxb/eru400

Shi, Y. H., Zhu, S. W., Mao, X. Z., Feng, J. X., Qin, Y. M., Zhang, L., ... & Zhu, Y. X. (2006). Transcriptome profiling, molecular biological, and physiological studies reveal a major role for ethylene in cotton fiber cell elongation. The plant cell, 18(3), 651-664. https://doi.org/10.1105/tpc.105.040303

Shi, Y. H., Zhu, S. W., Mao, X. Z., Feng, J. X., Qin, Y. M., Zhang, L., ... & Zhu, Y. X. (2006). Transcriptome profiling, molecular biological, and physiological studies reveal a major role for ethylene in cotton fiber cell elongation. The plant cell, 18(3), 651-664. https://doi.org/10.1105/tpc.105.040303

Smith, J. L., De Moraes, C. M., & Mescher, M. C. (2009). Jasmonate-and salicylate-mediated plant defense responses to insect herbivores, pathogens and parasitic plants. Pest Management Science: Formerly Pesticide Science, 65(5), 497-503. https://doi.org/10.1002/ps.1714

Song, S., Qi, T., Huang, H., Ren, Q., Wu, D., Chang, C., ... & Xie, D. (2011). The jasmonate-ZIM domain proteins interact with the R2R3-MYB transcription factors MYB21 and MYB24 to affect jasmonate-regulated stamen development in Arabidopsis. The Plant Cell, 23(3), 1000-1013. https://doi.org/10.1105/tpc.111.083089

Stenzel, I., Hause, B., Miersch, O., Kurz, T., Maucher, H., Weichert, H., ... & Wasternack, C. (2003). Jasmonate biosynthesis and the allene oxide cyclase family of Arabidopsis thaliana. Plant molecular biology, 51, 895-911. https://doi.org/10.1023/A:1023049319723

Tan, J., Tu, L., Deng, F., Wu, R., & Zhang, X. (2012). Exogenous jasmonic acid inhibits cotton fiber elongation. Journal of Plant Growth Regulation, 31, 599-605. https://doi.org/10.1007/s00344-012-9260-1

Thines, B., Katsir, L., Melotto, M., Niu, Y., Mandaokar, A., Liu, G., ... & Browse, J. (2007). JAZ repressor proteins are targets of the SCFCOI1 complex during jasmonate signalling. Nature, 448(7154), 661-665. https://doi.org/10.1038/nature05960

Wang, L., Zhu, Y., Hu, W., Zhang, X., Cai, C., & Guo, W. (2015). Comparative transcriptomics reveals jasmonic acid-associated metabolism related to cotton fiber initiation. PloS one, 10(6), e0129854. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129854

Wasternack, C., & Song, S. (2017). Jasmonates: biosynthesis, metabolism, and signaling by proteins activating and repressing transcription. Journal of Experimental Botany, 68(6), 1303-1321. https://doi.org/10.1093/jxb/erw443

Yosefi, M., Sharafzadeh, S., Bazrafshan, F., Zare, M., & Amiri, B. (2018). Application of jasmonic acid can mitigate water deficit stress in cotton through yield-related physiological properties. Acta Agrobotanica, 71(2), 1-9. https://doi.org/10.5586/aa.1741

Zhang, P. J., Huang, F., Zhang, J. M., Wei, J. N., & Lu, Y. B. (2015). The mealybug Phenacoccus solenopsis suppresses plant defense responses by manipulating JA-SA crosstalk. Scientific reports, 5(1), 9354. https://doi.org/10.1038/srep09354

Zhang, P. J., Zhao, C., Ye, Z. H., & Yu, X. P. (2020). Trade-off between defense priming by herbivore-induced plant volatiles and constitutive defense in tomato. Pest management science, 76(5), 1893-1901. https://doi.org/10.1002/ps.5720

Zhang, P., Zhu, X., Huang, F., Liu, Y., Zhang, J., Lu, Y., & Ruan, Y. (2011). Suppression of jasmonic acid-dependent defense in cotton plant by the mealybug Phenacoccus solenopsis. PloS one, 6(7), e22378. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022378

FİMOZİS VE ARTRİTLİ ATLARDA HİRUDOTERAPİ UYGULAMASI

HIRUDOTHERAPY APPLICATION IN HORSES WITH PHIMOSIS AND ARTHRITIS

***Nezihe GÖKHAN*[1]**

[1]*Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Atçılık ve Antrenörlük Programı, Malatya, Türkiye.*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3541-2676*

***Hacı Bayram GÖKHAN*[2]**

[2] *Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*

[2]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8094-5546*

***Önder OTLU*[3]**

[1]*Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim dalı*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5958-7609*

ÖZET

Bu çalışmada atlardaki fimozis ve artrit hastalıklarının tıbbi sülük (*Hirudo verbana*) ile sağaltımlarının değerlendirilmesi amaçlandı. Bunun için çalışmada 2 adet fimozisli ve 3 adet artritli at ve her bir at için 2 adet steril sülük kullanıldı. Sülükler 45 dk. Süreyle uygun bölgeye tutturuldu. 45 dk. sonunda sülükler kendiliğinden emmeyi bıraktı. Sülük uygulamasından önce ve hirudoterapi uygulamasından 24 saat sonra atlardan hematolojik ve biyokimyasal analizler için iki ayrı tüpe kan örnekleri alındı.

Serum Na, K, Ca, Cl, P, Glukoz, Total protein ve Creatin seviyeleri ölçümü Abbott Architect c16000 marka otoanalizatörde yapıldı. Tam kan analizleri, Cycmex XN-9000 serisi otoanalizatörde yapıldı. İstatiksel analizler için IBM SPSS 24 paket programı kullanıldı. Tedavi sonrasında serum Toplam protein ve magnezyum değerlerinde artış gözlenirken Na, K, Ca, Cl, P, Glukoz ve Creatin değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir. Yine WBC, PLT, NEUT, LYMPH değerleri artarken RBC, HGB, HCT, MONO değerlerinin düştüğü görüldü. Bağımlı verilerin değerlendirilmesi amacıyla non-parametrik veriler için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanıldı ve $p<0,05$ düzeyi anlamlı kabul edildi.

Hem biyokimyasal hem de hematolojik parametrelerde, tedavi öncesi ve sonrası ölçümler arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı. Hirudoterapi uygulamasıyla atlardaki fimozis ve artritis tedavisi yapılmış ve kan değerlerini çok ciddi olarak etkilemediği steril sülüklerin güvenle kullanılabileceği sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: At, fimozis, artrit, hirudoterapi, *Hirudo verbana*.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the treatment of phimosis and arthritis in horses with medical leech (*Hirudo verbana*). For this purpose, 2 horses with phimosis and 3 horses with arthritis and 2 sterile leeches were used for each horse. Leeches were attached to the appropriate area for 45 minutes. At the end of 45 minutes, the leeches stopped sucking spontaneously. Blood samples were collected in two separate tubes for haematological and biochemical analyses before leech application and 24 hours after hirudotherapy application.

Serum Na, K, Ca, Cl, Cl, P, Glucose, Total protein and Creatine levels were measured in Abbott Architect c16000 brand autoanalyser. Whole blood analyses were performed on Cycmex XN-9000 series autoanalyser. IBM SPSS 24 package programme was used for statistical analyses. After the treatment, serum total protein and magnesium values increased while Na, K, Ca, Cl, P, Glucose and

Creatine values decreased. WBC, PLT, NEUT, LYMPH values increased while RBC, HGB, HCT, MONO values decreased. Wilcoxon Signed Ranks test was used for non-parametric data for the evaluation of dependent data and $p<0.05$ level was considered significant.

In both biochemical and haematological parameters, there was no statistically significant difference between the measurements before and after treatment. Phimosis and arthritis in horses were treated with hirudotherapy and it was concluded that sterile leeches can be used safely without serious effects on haematological parameters.

Keywords: Horse, phimosis, arthritis, hirudotherapy, *Hirudo verbana*.

DAĞLIK TOPOĞRAFYADA BİR KÖY YERLEŞİMİNİN UZUN YILLAR BOYUNCA YAYLIMININ İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ; BURÇ KÖYÜ, NİĞDE, TÜRKİYE'DE BİR DURUM ÇALIŞMASI

MONITORING AND EVALUATING THE LONG-TERM SPATIAL EXPANSION OF A VILLAGE SETTLEMENT IN MOUUNTAINOUS TOPOGRAPHY: A CASE STUDY OF BURÇ VILLAGE, NİĞDE, TÜRKİYE

Mahmut DİNGİL

Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, AOSB Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planmala Bölümü, Adana, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4901-7554

ÖZET

Büyük şehirlerde ve kentsel nüfusun yoğun olduğu modern yerleşimlerde yapılaşmanın yayılımı kaçınılmaz bir sonuçtur. Benzer şekilde topoğrafik olarak düz ve tarımsal alanların yaygın olduğu alanlarda da kentlerdeki bu yayılımı görmek mümkündür. Buna bağlı olarak bu tür bölgelerde tarımsal alanların amaç dışı kullanımları ön plana çıkmaktadır. Uydu görüntüleme ve bilgisayar teknolojileri birçok bilim dalında kullanılabildiği gibi şehirlerin yayılımının değerlendirilmesinde de oldukça etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada Uzaktan Algılama (UA) teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, yapılaşmanın yayılım deseni bölgenin topografik koşullarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Niğde İli'nin Çamardı İlçesi'ne bağlı Burç Köyü, verimli tarım arazilerinin yaygın olmadığı; daha çok eğimli, engebeli, yer yer kayalık dağlık bir topoğrafya ile kısmen bir dere yatağının hakim olduğu bir bölgede yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, uzun yıllar içerisinde (1986-2024) dağlık alandaki bir köy yerleşiminin yayılımını (yapılaşmayı) haritalamak, varsa bu yayılımı etkileyen çevresel, sosyal faktörleri tespit etmek, yerleşimin yayılım yönüne ve desenine ilişkin değerlendirme yapmaktır. Araştırma alanı olan Burç Köyü'nün yerleşim alanı 1986 yılında 157.041 m2 iken 2024 yılında 485.500 m2 olarak tespit edilmiştir. Bu da 38 yıllık süreçte toplamda %209,1 artışı ifade ederken yıllık yayılım oranı ise %3,01 olarak hesaplanmıştır. Yerleşim alanlarındaki yayılım artışının temel nedeni olarak genellikle nüfus artışı gösterilse de, Burç Köyü'nün nüfus verileri bu durumu desteklememektedir. 1980 yılında 1829 olan nüfus, 2022 yılında 1144 kişiye düşmüştür. Bu veriler çalışma alanındaki nüfusun söz konusu yıllar arasında yıllık ortalama %-1,81 oranında azaldığını göstermektedir. Bir başka ifade ile çalışma alanındaki kentsel yayılımın nüfus etkisinde olmadığı anlaşılmaktadır. Yerleşim alanlarının dikkat çekici bir biçimde daha verimli tarım arazilerine doğru genişlediği tespit edilmiş ve bu durumun karar vericiler tarafından dikkate alınması gereken önemli bir sonuç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, CBS, Köy yerleşimi, Kırsal yayılım, Nüfus değişimi.

ABSTRACT

Urban expansion is an inevitable outcome in large cities and modern settlements with dense urban populations. Similarly, this expansion can also be observed in areas characterized by flat topography and widespread agricultural lands. Consequently, the misuse of agricultural lands for non-agricultural purposes becomes a prominent issue in such regions. Satellite imaging and computer Technologies, which are utilized across various scientific disciplines, are also highly effective tools for assessing urban sprawl and its implications.

In this study, Remote Sensing (RS) techniques and Geographic Information Systems (GIS) were utilized to evaluate the spatial distribution of urbanization in relation to the region's topographic conditions. Burç Village, located in the Çamardı District of Niğde Province, where the study was conducted, is situated in an area characterized by a lack of extensive fertile agricultural lands. Instead, the region predominantly consist of sloping, rugged, and partially rocky mountainous terrain, with a streambed dominating certain sections.

The aim of this study is to map the spatial expansion (urbanization) of a village settlement in a mountainous area over a long period (1986-2024), to identify potential environmental and social factors influencing this expansion, and to evaluate the direction and pattern of settlement growth. The settlement area of Burç Village, the research site, was recorded as 157,041 m2 in 1986, which increased to 485,500 m2 in 2024. This indicates a total increase of 209.1% over 38 years, with an annual expansion rate of 3.01%. Although population growth is often cited as the primary driver of settlement expansion, the population data for Burç Village do not support this claim. The village's population decreased from 1,829 in 1980 to 1,144 in 2022, reflecting an average annual population decline of -1.81% during this period. This suggests that urban expansion in the study area is not influenced by population growth. Notably, it was observed that settlement areas have expanded significantly toward more fertile agricultural lands. This finding highlights an important issue that decision-makers need to consider.

Keywords: Remote sensing, GIS, Village settlement, Rural expansion, Population change.

FƏNLƏRARASI ƏLAQƏNİN HƏYATA KEÇİRİLMƏSİNDƏ İNFORMATİKA FƏNNİNİN ROLU

THE ROLE OF THE SUBJECT INFORMATICS IN THE CREATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS

Malahat Farrukh Ismailova

Doctor of Philosophy in Mathematics, Associate Professor

Mingachevir State University

Orcid: 0009-0002-3910-2576

Aysel Mubariz Mammadova

Master, Mingachevir State University

XÜLASƏ

Minimum həyat bacarıqlarını inkişaf etdirmək üçün tələbələr lazımi bilik və bacarıqlara malik olmalıdırlar. Şagirdlərin ümumi dünyagörüşünü genişləndirmək üçün müəllim öz fənnini digər fənlərlə əlaqələndirməyi bacarmalıdır. İnformasiyanın həyatımızda dominant rolunu nəzərə alaraq, gənclərə müxtəlif aktual problemlərin həlli yollarını öyrətmək üçün "İnformatika" fənnindən istifadə etmək lazımdır. Müasir gənc mütəxəssis konkret məsələlərin həlli üçün müxtəlif informatika metodlarından istifadə etməyi bacarmalı, həm də bu üsullardan ən uyğununu tətbiq etməyi bacarmalıdır.

Açar sözlər: fənlərarası inteqrasiya, proqram, dərslik, ənənəvi təhsil, müasir təhsil.

ABSTRACT

To develop minimum life skills, students must have general knowledge and skills. In order to broaden the general outlook of the students, the teacher should be able to connect his subject with all disciplines. Considering the dominant role of information in our lives, it is necessary, with the help of the subject "Informatics", to teach young people to solve various urgent problems. A modern young specialist should be able to use various methods of computer science, as well as in solving specific problems, be able to apply the most acceptable methods.

Keywords: interdisciplinary integration, software, textbook, traditional education, modern education.

UOT-51:37.016

MƏKTƏB RİYAZİYYAT TƏLİMİNDƏ QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN HƏLLİNİN BƏZİ ÜSULLARI

Babayev Rövşən Fərrux oğlu

Mingeçevir Dövlət Universiteti, dosent

ORCID NO : 0009-0009-7473-6575

Məmmədov Bəhman Cəlil oğlu

Bakı Mühəndislik Universiteti

Riyaziyyat və İnformatika kafedrasının baş müəllimi

XÜLASƏ

Məqalədə yuxarı sinif şagirdləri üçün qeyri-müəyyən tənliklərin həlli üsulları verilmişdir. Bu tənliklərin həlli şagirdlərin riyaziyyat olimpiadalarına hazırlığı üçün əhəmiyyət kəsb edir. Həmçinin bu tipli tənliklərin həlli zamanı şagirdlərin riyazi bacarıqları formalaşır və inkişaf edir. Məqalədə əsasən parametrik tənliklərin köməyi ilə, tənasübün xassələrindən və müxtəsər vurma düsturlarından istifadə etməklə tənliklərin həlli üsulları verilmişdir.

Açar sözlər: qeyri-müəyyən tənliklər, parametrik tənliklər, tənasüb, oxşar toplananlar

ABSTRACT

The article deals with methods for solving indeterminate equations for high school students. The solution of these equations is important for preparing students for mathematical Olympiads. Also, in the process of solving equations of this type, students' mathematical skills are formed and developed. Methods of solving equations are given in the article, mainly with the help of parametric equations, with the use of decomposition properties and various multiplication formulas.

Keywords: indefinite equations, parametric equations, equation, similar aggregates

Ədəbiyyat

1. Амелькин В.В. Рабцевич В.Л. Задачи с парамеррами. Минск, 1996. 464с.
2. Горништейн П.И., Плонский В. Б., Якир М.С. Задачи с параметрами. Москва-Харков, 1998. 336 с
3. Супрун В.П. Математика для старшеклассников. Задачи повышенной сложности. Москва. Издательство ЛКИ/URSS. 2008.

RİYAZİYYAT TƏDRİSİNDƏ FƏNLƏRARASI ƏLAQƏLƏRİN TƏTBİQ EDİLMƏSİ MƏSƏLƏSİ

THE QUESTION OF REALIZATION OF INTERSUBJECT COMMUNICATIONS AT TRAINING MATHEMATICS

Orucov Tofiq Sərvəz oğlu

Mingəçevir Dövlət Universiteti riyaziyyat kafedrasının müəllimi

Əhmədov Vilayət Uğurlu oğlu

Mingəçevir Dövlət Universiteti riyaziyyat kafedrasının müəllimi

Annotasiya. “Riyaziyyatın tədrisində fənlərarası əlaqələr” anlayışının fənlərarası əlaqələrin həyata keçirilməsinə yönəlmiş vasitələr üçün inteqrasiyanın sistem yaradan komponenti kimi şərhi verilmişdir. Məktəb təhsilinin yuxarı pilləsində müxtəlif fənn sahələrindən bilik və bacarıqların inteqrasiyasını nümayiş etdirən nümunələr göstərilmişdir.

Açar sözlər: fənlərarası əlaqələr, təhsilin inteqrasiyası, sistemyaradıcı komponent, riyaziyyatın tədrisi metodikası, məktəbdə riyaziyyatın metodikası, məktəblilər.

Annotation. The concept of "interdisciplinary relations in the teaching of mathematics" has been interpreted as a system-creating component of integration for means aimed at the implementation of interdisciplinary relations. Examples of the integration of knowledge and skills from different subject areas at the upper level of school education are shown.

Keywords: intersubjective relations, integration of education, systemforming component, the methodology of teaching mathematics, the methodology of mathematics in school, schoolchildren.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün riyaziyyat fənni kurikulumu (V-XI siniflər). «Kurikulum» jurnalı, 2011, No4.

2. Аннуитетные платежи – расчёт, формула. Всё о личных финансах // www.platesh.ru. URL: http://www.platesh.ru/annuitetnie-plateshi/ (дата обращения: 31.03.2018).

3. Блинова Т. Л., Куклина О. А. Формирование познавательных универсальных учебных действий, обучающихся в процессе реализации межпредметных связей в предметной области «математика» // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий: межвузовский сборник / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург: [б. и.], 2017. С. 147-152.

4. Колягин Ю. М. Об интеграции обучения и воспитания в начальной школе // Начальная школа. 1989. № 3.

5. Максимова В. Н. Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения. М.: Просвещение, 1984. 143 с.

6. Морозов Д. Н. Средства и приемы реализации межпредметных связей в процессе преподавания учебной дисциплины «Инженерная графика». // Молодой ученый. 2015. № 8.

MÜƏYYƏN İNTEQRALIN KÖMƏYİ İLƏ İQTİSADİ MƏSƏLƏLƏRİN HESABLANMASI

CALCULATION OF ECONOMIC ISSUES BY MEANS OF DEFINITE INTEQRAL

İsmayılova Məlahət Fərrux qızı

riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Orcid: 0009-0002-3910-2576

Məmmədov Məhəmməd Nazim oğlu

baş müəllim

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Orcid : 0009-0007-8122-6878

Məmmədova Məhpərə Səməd qızı

müəllim

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Orcid : 0009-0000-2441-0512

XÜLASƏ

Məqalə müəyyən inteqralın köməyi ilə istehsal prosesində əldə olunacaq iqtisadi mənfəətin hesablanmasının daha səmərəli, praktiki cəhətdən daha əlverişli üsul və qaydalar göstərilir. Həmçinin məişətdə işlədilən elektrik cihazlarında elektrik cərəyanının gün ərzində sərfinin hesablanması cəmiyyətin sosial-iqtisadi quruluşunun təhlili, ölkə sərvətinin bölünməsini təmin edən «*Cini diaqramı və ya əyrisi»* adlanan məsələlərə baxılmışdır. Gəlir funksiyasının və məhsula tələb qanunun, bazar tarazlığı müəyyənləşdirdikdən sonra istehlakçıların və istehsalçıların uduşunun tapılması və s. məsələlərin həll üsulları göstərilmişdir.

Açar sözlər: diskont, orta qiymət, Cin əmsalı, gəlir, istehsalçı, istehlakçı, tələb qanunu, uduş, bazar tarazlığı, investisiya.

ABSTRACT

The article shows practically more efficient methods and rules of calculation of economic profit to be gained in the process of production by means of definite inteqral. In addition, it also looks through the issues like “Gene diaqramme or curve” which provides the analysis of daily electricity consumption in home electrical devices during a day in social economic structure of society and distribution of resourses of the country. It also shows the methods of solution of discovering the benefit of both consumers and producers after determination rules income functions, demand to goods and market equality.

Keywords: discount, average price, Gene coefficient, income, producer, consumer, demand law, market equality, investment.

QUBA RAYONU ƏRAZİSİNDƏ TƏTQİQ OLUNAN ORİGANUM VULGARE L. NÖVÜNÜN BƏZİ MORFOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ORIGANUM VULGARE L. SPECIES IN THE TERRITORY OF GUBA REGION

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРРИСТИКИ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ L., ИЗУЧЕННОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГУБИНСКОГО РАЙОНА

Pəri İlqar qızı Məmmədova

Bakı Dövlət Universitetinin Qazax filialı, Qazax, Azərbaycan

Orcid No: 0000-0003-3659-0359

XÜLASƏ

Bu məqalədə Quba rayonunda Origanum L. cinsinə aid olan Origanum vulgare L. növünün bəzi morfoloji xüsusiyyətləri göstərilmişdir. Taksonun aid olduğu dalamazkimilər (Lamiaceae) fəsiləsi antioksidantla zəngin olub əczaçılıq sahəsində istifadə olunur. Bitki nümunələri 2024-cü ilin iyul və avqust aylarında Quba rayonunun Birinci Nügədi və İkinci Nügədi kənləri ərazisindən toplanılmışdır. Bu növ tətqiq etdiyimiz Quba ərazisində geniş populyasiyalar əmələ gətirir.

Açar sözlər: Dalamazkimilər fəsiləsi, qaraqınıq cinsi, adi qaraqınıq növü, morfoloji xüsusiyyət

ABSTRACT

In this article, some morphological characteristics of Origanum vulgare L., which belongs to Origanum vulgare L. genus in Guba region, are shown . The Lamiaceae family, to which the taxon belongs, is rich in antioxidants and used in pharmaceuticals. Plant samples were collected in July and August 2024 from the territory of the I Nugadi and II Nugadi villages of Guba region. This species forms large populations in the area of Guba that we studied.

Key words: Lamiaceae family, Origanum L., Origanum vulgare, morphological feature

В данной статье показаны некоторые морфологические особенности видов Origanum L., относящихся к роду Origanum L. в Губинском районе. Семейство яснотковых, к которому принадлежит таксон, богато антиосидантами и используется в сельском хозяйстве. Образцы растений были собраны в июле и августе 2024 года на территории сел Первый Нугади и Второй Нугади Губинского района. Этот вид встречается в больших популяциях в изученном нами районе Губы.

Ключевые слова: Lamiaceae family, , Origanum L., Origanum vulgare, морфологическая особенность

Origanum vulgare (qaraqınıq, adi qaraot) dalamazkimilər (Lamiaceae) fəsiləsinin Origanum cinsinə (Origanum L.) aid bitki növüdür. [1. Aydın Əsgərov-Azərbaycanın ali bitkiləri. (Lamiaceae, Asteraceae). Bakı: “ELM”, 2008, 244 səh.-38].

Origanum cinsinin Azərbaycanda bütün rayonlarda, arandan subalp qurşağadək, seyrək meşələrdə, meşə kənarında və çöllərdə, dağ dərələrində, kiçik yarğanlarda və çaybasar, subasar yerlərdə geniş yayılan 1 növü (Origanum Vulgare L.) vardır. Bu növ efir yağları ilə zəngin olub, dərman, ədviyyat, balverən, bəzək və qida əhəmiyyətli bitkidir. [2. S.C.İbadullayeva, M.C.Qəhrəmanova: Bitkilərin Sirli Dünyası (ot bitkiləri). Bakı-2016. Səh.333-(72-74]. Bu növ tətqiq etdiyimiz Quba ərazisində geniş populyasiyalar əmələ gətirir.

Tətqiqat obyekti kimi götürülən taksonun aid olduğu Lamiaceae fəsiləsi antioksidantla zəngin olub əczaçılıq sahəsində böyük önəm daşıyır. [3. Memmedova P. ; Özdemir C. –Adını Spil dağından alan Lamiaceae Taksonlarının anatomik özelliklerinin sayısal olarak karşılaştırılması. Selçuk universitesi. Fen fakültesi dergisi. Konya şehri-2021. S.158-167] .

Bitki nümunələri 2024-cü ilin iyul və avqust aylarında Quba rayon Birinci Nügədi (41.332644614856556) və İkinci Nügədi (41.317372/48.589912) kəndləri ərazisindən toplanılmışdır. Tətqiqat üçün təyin edilmiş təcrübi sahəsində (10x10) hər biri 1m^2 olan ərazidə 15-20 ədəd Origanum vulgare növünə rast gəlinmişdir. Bitkinin boyu 20-90 sm hündürlüyündə olub güclü kök sisteminə malikdir. Qaraqınıq bitkisinin gövdəsi yaşıl rəngli, 4 tilli olub düz qalxır, üzəri qısa, yumşaq tükcüklərlə örtülüdür. Qarşı-qarşıya düzülən saplaqlı yarpaqları tünd yaşıl rəngdə olub uzunsov-yumurtavaridir, əsasən bütöv kənarlıdır. Çiçəkləri xırda ölçülü, əsasən bənövşəyi-çəhrayırəngdə olub gövdənin və budaqların uc hissəsində yerləşib süpürgə çiçək qrupunda toplanmışdır. Kasacığı zəngşəkilli, tacı 2 dodaqlı, qısaboruludur. Üst dodaq 2, alt dodaq isə 3 pərlidir, erkəkciklərin sayı 4, dişiciyin sayı 2 ədəddir. Origanum vulgare çoxçiçəkli, qollu-budaqlı, kökümsovlu, çoxillik ot bitkisidir. Meyvəsi 4 ədəd xırda qozcuqdan ibarətdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Aydın Əsgərov-Azərbaycanın ali bitkiləri. (Lamiaceae, Asteraceae). Bakı: “ELM”, 2008, 244 səh.-38

2. S.C.İbadullayeva, M.C.Qəhrəmanova: Bitkilərin Sirli Dünyası (ot bitkiləri). Bakı-2016. Səh.333-(72-74

3. Memmedova P. ; Özdemir C. –Adını Spil dağından alan Lamiaceae Taksonlarının anatomik özelliklerinin sayısal olarak karşılaştırılması. Selçuk universitesi. Fen fakültesi dergisi. Konya şehri-2021. S.158-167.

BƏZİ MÜRƏKKƏB DÜSTURLARIN ÇIXARILIŞI VƏ TƏTBİQLƏRİ HAQQINDA

ON THE DERIVATION AND APPLICATIONS OF SOME COMPLEX FORMULAS

Mingəçevir Dövlət Universiteti

B/m Vaqif Şahismayıl oğlu Abdullayev

ORCID: 0009-0006-2640-3387

Əfsanə Məzahir qızı Mürsəlova

ORCID: 0009-0003-4657-9572

Səyyarə İlham qızı Yusifova

ORCID: 0009-0008-7582-8677

XÜLASƏ

Məqalədə riyazi induksiya metodundan istifadə etmədən bəzi cəm düsturlarının çıxarılışı verilmiş, onların riyaziyyatın hansı bölmələrində tətbiqləri qeyd olunmuşdur. Cəm düsturlarının müxtəlif çalışmalara tətbiqləri göstərilmiş, riyazi induksiya metodunun tərifi izah edilmişdir. İnduksiya metodu-xüsusi halları yoxlayıb ümumi nəticəyə gəlmə metodudur. Bu söz induktio-təhrik etmək, vadar etmək, gətirmək, yönəltmək mənalarını verən latın sözüdür. Çətinliyi artırılmış və olimpiada tipli çalışmalarla riyaziyyat həvəskarları maraqlandığı üçün məqalə olduqca əhəmiyyətlidir. Həmçinin məqalədə çox az istifadə olunan, lakin hər kəsin marağına səbəb olan $1^4 + 2^4 + 3^4 + \cdots + n^4$ cəmi üçün də düstur çıxarılmışdır.

Açar Sözlər: riyazi induksiya, cəm, münasibət,ədədi silsilə,binom,bərabərsizlik, üsul,metod.

ABSTRACT

The article speaks gives the extract of some formulae without the use of mathematical induction method and notes in which sections of mathematics they are applied. The artile shows the application of some formulae in some exerscises and gives the definition of mathematical induction method.

İnduction method is the method of checking the proper cases and coming into conclusion. The word inductive is a latin word which means to incite, to make, to bring, to coordinate. With more complicated and olympiad exercises many enthusiasts of mathematics are interested in solution of such exercises. Therefore, this article is very important.

In addition, the article also mentions about a formulae for the total of $1^4 + 2^4 + 3^4 + \cdots + n^4$ which attracts averybody's attraction.

Key words: Mathematical induction, total, attitude, numerical chain, binome, inequalityç method.

SÜNI INTELLEK: NƏZƏRIYYƏDƏN PRAKTIKAYA

[1]*Dinarə İslamova Şirin Qızı*

Mıngəçevır Dövlər Unıversıtetı

İnformasıya Texnologıyaları Kafedrasının Müəllımi, Azərbaycan

ORCID: 0000-0003-2158-4511

[2]*Aysu Süleymanova Habil Qızı*

Mıngəçevır Dövlər Unıversıtetı

İnformasıya Texnologıyaları Kafedrasının Laborantı, Azərbaycan

ORCID: 0009-0008-5390-0084

XÜLASƏ

Adətən insan zəkasını tələb edən vəzifələri yerinə yetirməyə qadir olan kompüter sistemlərinin yaradılması süni intellekt kimi tanınır. Problemin həlli, təhsil, qavrayış, əsaslandırma, təbii dil anlayışı və bəzi qərar qəbuletmə növləri bu siyahıya daxildir.

Süni intellekt 20-ci əsrin sürətlənmiş təkamül yolu keçmiş və iş dünyasındakı çətin məsələlərin həlli üçün əsas olan texnologiyadır. Hazırda rəqəmsal marketinq, qərar qəbuletmə, Sənaye 4.0 və biznes rəqəmsal transformasiyası kimi terminlər neyron şəbəkələri, maşın öyrənməsi və ya dərin öyrənmə kimi anlayışlarla əlaqələndirilir. Təsərrüfat subyektləri tərəfindən süni intellektdən istifadənin rəqabət üstünlükləri reallaşdıqca, bu texnologiyaya marağın artması ehtimalı var. Bu tədqiqatın məqsədi süni intellektin biznes sahəsində irəliləyişini araşdırmaqdır.

Süni intellektin təkamülü dünyamızı əsaslı şəkildə dəyişdirən maraqlı bir səyahətdir. Onun ilkin konseptuallaşdırılmasından və nəzəri əsaslarına qədər. Müxtəlif sənaye sahələrində mürəkkəb tətbiqlərin hazırkı vəziyyəti, süni intellekt bizim yaşamaq, işləmək və texnologiya ilə qarşılıqlı əlaqəmizi yenidən formalaşdırıb. Təkamülü boyu süni intellekt qərarların qəbulunu təkmilləşdirmək, prosesləri optimallaşdırmaq və insan təcrübələrini təkmilləşdirmək potensialını ardıcıl olaraq nümayiş etdirmişdir. Ekspert sistemləri, maşın öyrənməsi, böyük məlumat analitikası və dərin öyrənmə süni intellektin genişlənən repertuarına töhfə verib və ona getdikcə daha mürəkkəb tapşırıqların öhdəsindən gəlməyə imkan verib. süni intellektin təsiri xüsusilə səhiyyə, maliyyə, marketinq və tədarük zəncirinin idarə edilməsi kimi sektorlarda özünü göstərib və burada səmərəliliyi, dəqiqliyi və məhsuldarlığı artırıb.

Bununla belə, süni intellektin təsiri artmaqda davam etdikcə, o, bir sıra etik mülahizələri və tənzimləmə problemlərini ortaya çıxardı. Alqoritmlərdə qərəzlilik, məlumatların məxfiliyi ilə bağlı narahatlıqlar və iş yerinin dəyişdirilməsi potensialı diqqətli və məsuliyyətli süni intellektin tətbiqini tələb edən kritik məsələlərdir. Bütün dünyada tənzimləyici orqanlar və təşkilatlar süni intellektin cəmiyyət dəyərlərinə uyğun gəlməsini və yaxşılıq üçün güc olaraq qalmasını təmin etmək üçün təlimatlar və standartlar yaratmaq üzərində fəal işləyirlər. Gələcəyə baxsaq, süni intellekt biznes və cəmiyyətdə daha da mühüm rol oynamağa hazırdır. İzah edilə bilən süni intellekt davamlılığa yönəlmiş süni intellekt tətbiqləri və süni intellekt tərəfindən dəstəklənən kibertəhlükəsizlik müdafiəsi üfüqdəki tendensiyalardan bəzilərıdir. Biznes və fərdlər süni intellekt tədqiqatlarına sərmayə qoymağa davam etdikcə və inkişaf, innovasiya və transformativ dəyişiklik potensialı sərhədsiz olaraq qalır. Əslində, süni intellektin təkamülü vədlər, problemlər və imkanlarla dolu davamlı bir səyahətdir. Bu, insan ixtirasının və texnologiyanın nəyə nail ola biləcəyinin hüdudlarını aşmağa çalışmağımızın sübutudur. Süni intellekt inkişaf etməyə davam etdikcə, onun inkişafını məsuliyyət, etika və dünyamızın yaxşılaşdırılması üçün onun bütün potensialından istifadə etmək öhdəliyi ilə idarə etməyimiz vacibdir.

Açar sözlər: Süni intellekt, ekspert sistemləri, maşın öyrənməsi, kibertəhlükəsizlik müdafiəsi, səmərəlik, dəqiqlik

UOT 519.67

CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF SOME TYPES OF ECONOMIC PROBLEMS AND THEIR SOLUTION BY GRAPHIC METHOD

BƏZİ TİP İQTİSADİ MƏSƏLƏLƏRİN RİYAZİ MODELLƏRİNİN QURULMASI VƏ ONLARIN QRAFİK ÜSULLA HƏLLİ

Mingachevir State University

b/m Babushov Sabir Nariman oglu

ORCID:0009-0005-3801-7240

Sadiqova Konul Haji qizi

ORCID:0000-0003-1140-6033

ABSTRACT

The essence of the economic-mathematical model is that the issue is first described in an economic form, in a simple way. Along with the main characteristics of the issue considered here, other factors affecting the result are taken into account. As can be seen, the mathematical model of this type of problem must reflect both the characteristics and properties of the problem. The construction of a mathematical model of some practical problems and their solution can be solved in the mathematics course of general education schools, and the solution of these types of problems plays a positive role in improving the rational thinking abilities of students.

The article shows the construction of a mathematical model of some types of practical problems and their solution, as well as the requirements for the constructed mathematical model. At the same time, it was shown that the solution to the mathematical problem and that the solution is accessible to anyone who has mastered the secondary school curriculum.

XÜLASƏ

İqtisadi-riyazi modelin mahiyyəti belədir ki, əvvəlcə məsələ iqtisadi formada, sadə şəkildə təsvir olunur. Burada baxılan məsələnin əsas xüsusiyyətləri ilə yanaşı nəticəyə təsir edən digər amillərdə nəzərə alınır. Göründüyü kimi bu tip məsələlərin riyazi modeli özündə həm məsələnin xüsusiyyətlərini həmdə xassələrini özündə əks etdirməlidir. Bəzi praktik məsələlərin riyazi modelinin qurulması və onların həll edilməsi ümumi təhsil məktəblərinin riyaziyyat kursunda həll edilə bilərki, bu tip məsələlərin həlli şagirdlərin rasional düşünmə qabiliyyətlərinin yüksəldilməsinə müsbət rol oynayır.

Məqalədə bəzi tip praktik məsələlərin riyazi modelinin qurulması və onların həll edilməsi, qurulan riyazi model üçün tələblər göstərilmişdir. Eyni zamanda riyazi məsələnin həlli və həmin həllin orta ümumtəhsil məktəb proqramını mənimsəmiş hər kəs üçün əlçatan olduğu göstərilmişdir.

QƏLƏVİ MƏHLULLARDAN XROMUN İŞTİRAKI İLƏ VANADİUMUN ELEKTROKİMYƏVİ ÜSULLA AYRILMASI

ELECTROCHEMICAL SEPARATION OF VANADIUM IN THE PRESENCE OF CHROMIUM FROM ALKALINE SOLUTIONS

E.Q. Shirinov

doctor of philosophy in chemistry

Mingachevir State University

ORCID: 0009-0003-9879-7133

P.S. Safarova

doctor of philosophy in chemistry

Mingachevir State University

ORCID: 0009-0000-1478-7703

T.İ. Karimova

Master

Mingachevir Tourism College

XÜLASƏ

Bayer üsulu ilə işləyən boksitin emalından alınan alüminat məhlullarının tərkibində xromun qatılığı 0.040-0.045 *q/l* intervalında dəyişir. Apardığımız tədqiqat işi xromun iştirakı ilə qələvi məhlullardan vanadiumun ayrılmasına həsr olunmuşdur. Təcrübələri aparmaq üçün istifadə olunan qələvi məhlullarda qələvinin qatılığı *6M NaOH* götürülmüşdür. Xrom və vanadiumu bu qələvi məhlula daxil etmək üçün vanadiumun NH_4VO_3 və ya V_2O_5, xromun isə Cr_2O_3 və CrO_4^- şəklində birləşməsindən istifadə edilmişdir. Elektroliz prosesində elektrod kimi maye qallium elektrodu istifadə edilmişdir. Proses aparılarkən temperatur 40ºC və sistemə verilən cərəyanın miqdarı sabit saxlanılmışdır. Birinci mərhələdə katod cərəyan sıxlığının təsiri öyrənilmişdir ($2 A/dm^2$ – $10 A/dm^2$).Məlum olmuşdur ki, katodda cərəyan sıxlığı artdıqca vanadiumun ayrılma dərəcəsi və cərəyana görə çıxımı azalır, cərəyan sərfi isə artır. Məhlulun qatılığının 0.30 *q/l*-dən 0.80 *q/l* artdıqca cərəyan sıxlığının 6 A/dm^2 qiymətində cərəyana görə çıxım 14.6%-dən 8.8% kimi düşür. Bu zaman 1 q vanadiumun ayrılmasına sərf olunan elektrik enerjisinin sərfi 47.1-dən 23.8 *Vt·saat/q* azalır. Qələvi məhlulda vandiumun 0.0051 və 0.0068 NH_4VO_3 qatılıqlarında cərəyan sıxlığınn 6.10 A/dm^2 qiymətlərində xromun vanadiumun ayrılma prosesinə göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir. Məhlulda 0.0026M Cr_2O_3 olduqda vanadiumun ayrılma dərəcəsi 5.4%, cərəyana görə çıxımı isə 2.5% azalır. 1 q vanadiumun ayrılmasına elektrik enerjisinin sərfi 37.6-dan 47.1 *Vt·saat/q* qədər artır. Deməli, katoda verilən cərəyanın bir hissəsi xrom ionlarının reduksiyasına sərf olunur. Aparılan təcrübələrdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, tərkibində xrom olan qələvi məhlullardan vanadiumu elektrokimyəvi üsulla ayrılma prosesini nisbətən effektiv aparmaq üçün elektrolizin aşağı cərəyan sıxlığında və yüksək temperaturda - 60ºC aparılması məsləhət görülür.

Açar sözlər. Bayer üsulu, vanadium, xrom, alüminium, qallium elektrodu, reduksiya, elektroliz

ABSTRACT

In the Bayer process for bauxite treatment, the chromium concentration in aluminate solutions varies between 0.040-0.045 g/L. Our research focuses on the separation of vanadium from alkaline solutions in the presence of chromium. In the experiments, alkaline solutions with a concentration of 6M NaOH were used. Ammonium metavanadate (NH_4VO_3) or vanadium pentoxide (V_2O_5) were used to introduce vanadium into the solution, while chromium was added in the form of Cr_2O_3. A liquid gallium electrode

was employed as the electrode during the electrolysis process. The experiments were conducted at a constant temperature of40°C and a stable current.In the first stage, the effect of cathodic current density (ranging from 2 A/dm² to 10 A/dm²) was studied. It was observed that as the cathodic current density increased, the degree of vanadium deposition and current efficiency decreased, while energy consumption increased. When the vanadium concentration in the solution increased from 0.30 g/L to 0.80 g/L at a current density of 6 A/dm², the current efficiency dropped from 14.6% to 8.8%. In this case, the energy consumption for separating 1 g of vanadium decreased from 47.1 W·h/g to 23.8 W·h/g.The influence of chromium on the vanadium deposition process was studied at vanadium concentrations of 0.0051 and 0.0068 g/L NH_4VO_3 in alkaline solutions, and at a current density of 6-10 A/dm². When the solution contained 0.0026M Cr_2O_3, the vanadium deposition rate decreased by 5.4%, and the current efficiency dropped by 2.5%. Meanwhile, the energy consumption for separating 1 g of vanadium increased from 37.6 W·h/g to 47.1 W·h/g. This indicates that part of the current supplied to the cathode is consumed in the reduction of chromium ions. The experiments suggest that to enhance the efficiency of vanadium separation from chromium-containing alkaline solutions via electrochemical methods, the electrolysis process should be conducted at low current densities and higher temperatures, specifically at 60°C.

Keywords: Bayer process, vanadium, chromium, aluminum, gallium electrode, reduction, electrolysis.

ECOLOGICAL SITUATION OF THE GANJA-KAZAKH ECONOMIC DISTRICT

GƏNCƏ-QAZAX İQTİSADİ RAYONUNUN EKOLOJİ VƏZİYYƏTİ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ГЯНДЖИНСКО-КАЗАХСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Tarana Yusibova

f.r.f.d., dosent, Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0006-6869-0855

Gulgun Israfilova

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0007-1336-7396

Hasanli Farida

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0008-7929-4326

Son illər insanla torpaq arasmda münasibətə, torpaq ortüyünün deqradasiyasının səbəblərinin öyrənilməsi, qiymətləndirilməsi və bərpasına müxtəlif ixtisas sahələrinin mütəxəssisləri ciddi maraq Abşeron yarmadasında neftli su tullantıları, düzgün olmayan suvarma, dənizin səviyyəsinin qalxmasının nəticəsində 5 min hektara qədər torpaq sahəsi bataqlaşıb və təkrar şorlaşmaya məruz qalıb. Azərbaycanda təbii antropogen təsir nəticəsində deqradasiya prosesinə məruz qalmış torpaqların ilkin arealı və dərəcələri müəyyən edilmişdir.

Gəncə-Qazax iqtisadi-coğrafi rayonunun tərkibinə respublika əhəmiyyətli Gəncə və Naftalan şəhərləri, Ağstafa, Daşkəsən, Gədəbəy, Goranboy, Göygöl, Qazax, Samux, Şəmkir, Tovuz inzibati rayonları daxildir. İqtisadi rayon Azərbaycanın qərbində, əlverişli iqtisadi-coğrafi mövqedə yerləşir. Sahəsi 12482 km^2 –dir, bu da ölkə ərazisinin 14,4%-nə bərabərdir. İqtisadi rayonda əhalinin sayı 1205,2 min nəfər, o cümlədən şəhər əhalisi 557,5 min nəfərdir. Ölkə əhalisinin 13,1%-i burada yaşayır. Urbanizasiya səviyyəsi 46,3%-dir. (2022). Sənaye əhəmiyyətli faydalı qazıntılara dəmir filizi, alunit, flüslü əhəngdaşı, mərmər, gips, seolit, bentonit gili, sement xammalı aiddir. Daşkəsəndə dəmir filizi, Zəylikdə alunit, Xoşbulaq flüslü əhəngdaşı ehtiyatları daha əhəmiyyətlidir. Kür çayının rayon ərazisindən axan hissəsi hidroenerji ehtiyatları ilə zəngindir, dağlıq və dağətəyi zonalar zəngin kurort-rekreasiya ehtiyatlarına malikdir. Yarımsəhra və quru bozqır bitkiləri üstünlük təşkil edir. İl ərzindəki günəş parıltısının miqdarı 2000 - 2400 saatdır. Ən soyuq ayın orta temperaturu baxımından qışın sərtliyi ərazi üçün çox yumşaq (2.5 - 0°C), yumşaq (0; -5° C), mülayim (-5; -10°C), mülayim-soyuq (-10; -15°C) şəraitdə keçir.

Hal-hazırda torpaq deqradasiyası, mühafizəsi çox aktualdır və fundamentaldəqiq elmi tədqiqatların aparılmasını tələb edir. Torpaq deqradasiyasını törədən amillərin, deqradasiyanın növlərinin və ona qarşı mühafizə tədbirlərinin işlənib hazırlanması çox vacibdir və günün tələbidir. Məhz elə bu məsələlər bizim tədqiqatımızda öz əksini tapmışdır. Azərbaycanda, xüsusilə Gəncə -Qazax bölgəsində torpaq deqradasiyasının amilləri, növləri, torpagın fiziki, kimyəvi, bioloji deqradasiyası, torpaq eroziyası, xəritələşdirilməsi, qiymətləndirilməsi və deqradasiyanın vaxtında qarşısının alınması və aradan qaldırılması haqqında tədbirlər geniş şəkildə verilmişdir.

Açar sözlər: Torpaqşünaslıq, deqradasiya, səhralaşma, deqradasiya növləri, bitki örtüyü, iqlim.

ABSTRACT

In recent years, experts of various specialties have taken a serious interest in the relationship between man and land, in the study, assessment and restoration of the causes of soil degradation. As a result of

oily water waste, improper irrigation, and the rise of the sea level in the Absheron valley, up to 5,000 hectares of land has been swamped and subjected to repeated salinization. The initial area and degrees of the lands subjected to the degradation process as a result of natural anthropogenic influence in Azerbaijan have been determined.

Ganja-Gazakh economic-geographic region includes republican cities of Ganja and Naftalan, Agstafa, Dashkasan, Gadabey, Goranboy, Goygol, Gazakh, Samukh, Shamkir, Tovuz administrative regions. The economic region is located in the west of Azerbaijan, in a favorable economic and geographical position. Its area is 12482 km2, which is equal to 14.4% of the country's territory. The population of the economic district is 1205.2 thousand people, including the urban population is 557.5 thousand people. 13.1% of the country's population lives here. The level of urbanization is 46.3%. (2022). Industrially important minerals include iron ore, alunite, flue limestone, marble, gypsum, zeolite, bentonite clay, cement raw materials. The reserves of iron ore in Dashkesan, alunite in Zeylik, and limestone in Khoshbulag are more important.

The part of the Kura River flowing through the region is rich in hydropower resources, and the mountain and foothills have rich resort and recreation resources. Semi-desert and dry steppe plants dominate. The amount of sunlight during the year is 2000 - 2400 hours. In terms of the average temperature of the coldest month, the harshness of winter for the area is very mild (2.5 - 0°C), mild (0; -5° C), mild (-5; -10°C), mild-cold (-10; -15 °C) takes place in conditions.

Currently, land degradation and protection are very relevant and require fundamental scientific research. Elaboration of factors causing soil degradation, types of degradation and protection measures against it is very important and the need of the day. These issues are reflected in our research. In Azerbaijan, especially in the Ganja-Kazakh region, the factors, types, physical, chemical, biological degradation of the soil, soil erosion, mapping, evaluation, and timely prevention and elimination of degradation measures are widely given.

Keywords: Soil science, degradation, desertification, types of degradation, vegetation, climate.

РЕЗЮМЕ

В последние годы специалисты различных специальностей серьезно заинтересовались взаимоотношениями человека и земли, изучением, оценкой и восстановлением причин деградации почв в результате сброса нефтесодержащих вод, неправильного орошения, повышения уровня затопления. уровня моря в долине Абшерона до 5000 га земель заболочено и подвергнуто неоднократному засолению. Определены исходная площадь и степень земель, подвергшихся процессу деградации в результате естественно-антропогенного воздействия в Азербайджане.

Гянджа-Газахский экономико-географический район включает республиканские города Гянджа и Нафталан, Агстафинский, Дашкесанский, Гедабейский, Геранбойский, Гейгельский, Газахский, Самухский, Шамкирский, Товузский административные районы. Экономический район расположен на западе Азербайджана, в выгодном экономико-географическом положении. Его площадь составляет 12482 км2, что равно 14,4% территории страны. Население экономического района составляет 1205,2 тыс. человек, в том числе городское население - 557,5 тыс. человек. Здесь проживает 13,1% населения страны. Уровень урбанизации составляет 46,3%. (2022). Промышленно важные полезные ископаемые включают железную руду, алунит, коловые известняки, мрамор, гипс, цеолит, бентонитовую глину, цементное сырье. Более важны запасы железной руды в Дашкесане, алунита в Зейлике и известняка в Хошбулаге.

Протекающая по региону часть реки Куры богата гидроэнергетическими ресурсами, а горные и предгорные районы располагают богатыми курортно-рекреационными ресурсами. Преобладают полупустынные и сухостепные растения. Количество солнечного света в течение года составляет 2000 – 2400 часов. По средней температуре самого холодного месяца суровость зимы для района бывает очень мягкой (2,5-0°C), мягкой (0;-5°C), мягкой (-5;-10°C), мягкой (-5;-10°C), в условиях умеренно-холодного (-10;-15°C).

В настоящее время вопросы деградации и защиты земель весьма актуальны и требуют фундаментальных научных исследований. Разработка факторов, вызывающих деградацию почв, видов деградации и мер защиты от нее является очень важной и потребностью современности. Эти вопросы отражены в нашем исследовании. В Азербайджане, особенно в Гянджа-Казахском регионе, широко даны факторы, виды, физическая, химическая, биологическая деградация почвы, эрозия почвы, картирование, оценка, а также меры по своевременному предотвращению и ликвидации деградации.

Ключевые слова: Почвоведение, деградация, опустынивание, виды деградации, растительность, климат.

ƏDƏBİYYAT

1. Q.Ş.Məmmədov. Azərbaycan torpaq ehtiyyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları. Bakı, Elm, 2007, 854 s.

2. Şakuri B.Q. – Azərbaycan Respublikasında son 60 ildə eroziya proseslərinin tədqiqi tarixinin bəzi səhifələri, Bakı, 2009. s. 152

3. İsmailzade N.N., Ahmedova S.Z. Life indicators of plants in areas of Ganja-Gazakh region exposed to erosion// SEAB 2-Symposium on EuroAsian Biodiversity. Turkey-Antalya- 2016

4. Qaraxani P.X., Kərimov V.N., Dadaşova A.Q. Gədəbəy rayonunun qızıl və mis mədəni ərazisinin endemik və nadir bitkilərinin müasir vəziyyəti/ AMEA Botanika İnstitutunun elmi əsərləri, 2012- ci il, XXXII cild

5. Babayev M.P., Kurbanov E.A. - Erosive begredation of a soil cover of the Azerbaijan Republic, Book of Abstract Eurosoil - 2008 International Congress 25-29 august, 2008, ViennaAustria, p.257.

ENHANCING OIL RECOVERY OF COTTONSEED OIL BY ENZYMATIC AQUEOUS EXTRACTION AND PLACKETT-BURMAN DESIGN

PLACKETT-BURMAN TASARIMI VE ENZİMATİK SULU EKSTRAKSİYON İLE PAMUK TOHUMU YAĞI VERİMİNİN ARTIRILMASI

Ezgi Kalkan

Gaziantep University

ORCID NO: 0000-0002-4215-2155

Medeni Maskan

Prof. Dr. Gaziantep University

ORCID NO:0000-0001-6313-897X

ABSTRACT

Cottonseed oil, derived from cottonseed (*Gossypium hirsutum*), is a valuable by-product with diverse commercial and culinary applications. Globally, approximately 224.8 million 480-pound bales were produced in 2023, yielding 11.22-24.82% cottonseed oil. Two primary extraction methods are employed for vegetable oils: solvent extraction and mechanical extraction. Despite being a hazardous solvent, hexane remains widely used in conventional methods for its high oil recovery efficiency. However, traditional hexane-based methods pose significant challenges, including air pollution, toxicity, and safety risks, prompting researchers to explore alternative green solvents. Ultrasound and homogenization have been successfully employed as green strategies in seed oil extraction, while enzymatic-assisted extraction (EAE) has emerged as a promising alternative. EAE method facilitates oil release by hydrolyzing cell membranes using specific enzymes. The present study aimed to discover the most effective enzyme mixture and optimize the aqueous EAE process in order to enhance cottonseed oil recovery. In the present study, EAE used as a pretreatment prior to ultrasound-homogenization-assisted solvent extraction. Initially, eight enzyme combinations were evaluated, identifying a 1% enzyme mixture concentration of 50% Alcalase 2.4 L and 50% Cellulast 1.5 L (v/v) as optimal. After that, six parameters were considered by Plackett-Burman Design (PBD): homogenization, enzyme concentration, water-to-seed ratio, hydrolysis time, hydrolysis temperature, and pH. PBD of twelve experimental trials was used to determine which of these six factors had the greatest impact on the recovery of cottonseed oil using aqueous EAE method. The best oil recovery (20.69%) was found in the current study using a 1% enzyme mixture of Alcalase 2.4 L and Cellulast 1.5 L (%50: %50 v/v). The recovery rates of PBD oil varied from 1.81% to 44.26%. The most influential factors were homogenization, enzyme concentration, and water-to-seed ratio, with P-values of 0.002, 0.004, and 0.036, respectively. The current study showed that using aqueous EAE as a green method can improve cottonseed oil recovery, and PBD is an efficient tool for identifying the most pronounced components while conserving time, labor and energy.

Keywords: cottonseed oil, oil recovery, enzyme, Plackett-Burman design, green technology

ABSTRACT

Pamuk tohumundan (*Gossypium hirsutum*) elde edilen pamuk tohumu yağı, muhtelif ticari ve mutfak uygulamalarına sahip değerli bir yan üründür. Dünya genelinde 2023 yılında yaklaşık 224.8 milyon 480 pound balya üretilirken, bunun %11.22-24.82 aralığında pamuk tohumu yağı elde edilmiştir. Ancak rafine edilmemiş pamuk tohumu yağı, yüksek gossipol içeriği nedeniyle tüketim için güvenli değildir. Bitkisel yağlar için iki temel ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır: solvent ekstraksiyonu ve mekanik ekstraksiyon. Zararlı bir çözücü olmasına rağmen hekzan, yüksek yağ geri verimliliği nedeniyle geleneksel yöntemlerde yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, geleneksel

hekzan bazlı yöntemler hava kirliliği, toksisite ve güvenlik riskleri gibi önemli zorluklar ortaya çıkarmakta ve araştırmacıları alternatif yeşil çözücüler keşfetmeye sevk etmektedir. Ultrason ve homojenizasyon, tohum yağı ekstraksiyonunda yeşil stratejiler olarak başarıyla kullanılırken, enzimatik destekli ekstraksiyon (EAE) umut verici bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. EAE yöntemi, spesifik enzimler kullanarak hücre membranlarını hidrolize ederek yağ açığa çıkmasını kolaylaştırır. Bu çalışma, en etkili enzim karışımını keşfetmeyi ve pamuk tohumu yağı verimliliğini artırmak için sulu EAE sürecini optimize etmeyi amaçlamıştır. Bu araştırmada, EAE ultrason-homojenizasyon destekli solvent ekstraksiyonundan önce bir ön işlem olarak kullanılmıştır. Başlangıçta, sekiz enzim kombinasyonu değerlendirilmiş ve %50 Alcalase 2.4 L ve %50 Cellulast 1.5 L (v/v) %1 konsantrasyonunun en uygun enzim karışımı olduğu belirlenmiştir. Bundan sonra, Plackett-Burman Deney (PBD) tasarımı ile altı ana parametre dikkate alınmıştır: homojenizasyon, enzim konsantrasyonu, su-tohum oranı, hidroliz süresi, hidroliz sıcaklığı ve pH. On iki deneysel denemeden oluşan PBD tasarımı, bu altı faktörden hangisinin sulu EAE yöntemi kullanılarak pamuk tohumu yağının verimliliği üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu belirlemek için kullanılmıştır. Mevcut çalışmada en yüksek yağ verimliliği (%20.69) ile %1 Alcalase 2,4 L: Cellulast 1,5 L (%50: %50 v/v) enzim karışımı kullanılarak bulunmuştur. PBD ile yağ verimliliği oranları %1.81 ile %44.26 arasında değişmiştir. En etkili faktörler sırasıyla 0.002, 0.004 ve 0.036 p-değerleri ile homojenizasyon, enzim konsantrasyonu ve su-tohum oranı olmuştur. Bu çalışma, sulu EAE'nin yeşil bir yöntem olarak kullanılmasının pamuk tohumu yağı verimliliğini geliştirebileceğini ve PBD' nin zaman, işçilik ve enerjiden tasarruf sağlayarak en etkili bileşenleri belirlemek için faydalı bir araç olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: pamuk tohumu yağı, yağ verimliliği, enzim, Plackett-Burman deney tasarımı, yeşil teknoloji

PRODUCTION OF A COFFEE-LIKE PRODUCT FROM DATE AND OLIVE SEEDS: AN ALTERNATIVE TO TURKISH COFFEE

HURMA VE ZEYTİN ÇEKİRDEKLERİNDEN KAHVE BENZERİ BİR ÜRÜN ÜRETİMİ: TÜRK KAHVESİNE BİR ALTERNATİF

Ayşe Nur ÇAKI

Gaziantep University

ORCID NO: 0009-0003-9448-8245

Ezgi Kalkan

Gaziantep University

ORCID NO: 0000-0002-4215-2155

Medeni Maskan

Prof. Dr. Gaziantep University

ORCID NO:0000-0001-6313-897X

ABSTRACT

In this study, date and olive seeds, which are generally considered waste in the food industry, were evaluated to produce a caffeine-free Turkish coffee alternative. Date seeds have a high nutritional profile, making them a promising choice for value-added applications in the development of novel food products. According to Food and Agriculture Organization (FAO) data, 9.07 million metric tons of dates were produced in 2019. Date seed, which is one of the primary sources of date fruit waste, accounts for 10–15% of the fruit's weight. Date seeds support the immune system with their high antioxidant capacity, fiber content and prebiotic properties, while being a component that positively affects intestinal health. On the other hand, Turkey is one of the Mediterranean countries' leading producers of olives and olive oil, with 1.5 million tonnes produced in 2018. This increased production and consumption is exactly proportional to the waste generated from olive and date seeds.

Olive seeds, which is among the by-products formed during the production of olives and olive oil, is a by-product found in olives and is especially rich in phenolic compounds, oleuropein and vitamin E content and xylooligosaccharides (XOS). In recent years, there has been increasing interest in new prebiotics such as XOS as important biological properties. Unlike traditional coffee, this caffeine-free alternative offers a healthy option, especially for individuals who want to limit their caffeine consumption. In the present study, olive and date seeds were sorted separately, dehydrated, roasted at different temperatures (date seeds at 180 °C and olive seeds at 200 °C), and ground. Using mixture design of Response Surface Methodology, 12 experiments, containing combinations of date and olive seeds powder, were generated. Each combination was tested for total phenolic content (TPC), radical scavenging activity (RSA) and Brix analysis. After the experiments, the best mixture was optimized considering the highest TPC and RSA values. The highest values were reached for TPC 0.245 - 0.256 - 0.267 mgGA/g dry solid, RSA 90.25% - 87.01% and BRIX 1.37. The sensory analysis of the product obtained under optimum conditions according to the 7-hedonic scale obtained a general acceptability score of 4.91 out of 7. This research investigation developed a highly acceptable novel caffein-free coffee product which offers health benefits in terms of significant phenolics compounds, strong antioxidative properties and contribute to economy by waste volarization.

Keywords: Date kernel, olive kernel,caffein-free coffee, health, waste volarization.

ÖZET

Bu çalışmada, gıda endüstrisinde genellikle atık olarak değerlendirilen hurma ve zeytin çekirdekleri, kafeinsiz Türk kahvesi alternatifi üretmek amacıyla değerlendirilmiştir. Hurma çekirdekleri, yüksek besin profiline sahip olup, yenilikçi gıda ürünlerinin geliştirilmesinde katma değerli uygulamalar için umut verici bir bileşendir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2019 yılında dünya genelinde 9,07 milyon ton hurma üretilmiştir. Hurma meyvesinin başlıca atık kaynaklarından biri olan hurma çekirdekleri, meyvenin ağırlığının %10–15'ini oluşturmaktadır. Hurma çekirdekleri, yüksek antioksidan kapasitesi, lif içeriği ve prebiyotik özellikleri ile bağışıklık sistemini desteklerken, bağırsak sağlığını olumlu yönde etkileyen bir bileşen olarak öne çıkmaktadır.

Öte yandan, Türkiye, 2018 yılında 1,5 milyon ton üretim ile Akdeniz ülkeleri arasında önde gelen zeytin ve zeytinyağı üreticilerinden biridir. Artan üretim ve tüketim, doğrudan hurma ve zeytin çekirdeklerinden kaynaklanan atık miktarının artmasıyla orantılıdır. Zeytin ve zeytinyağı üretimi sırasında oluşan yan ürünlerden biri olan zeytin çekirdekleri, fenolik bileşikler, oleuropein, E vitamini ve ksilo-oligosakkaritler (XOS) bakımından zengindir. Son yıllarda, önemli biyolojik özelliklere sahip yeni prebiyotikler arasında XOS'a olan ilgi giderek artmaktadır. Geleneksel kahveden farklı olarak bu kafeinsiz alternatif, özellikle kafein tüketimini sınırlamak isteyen bireyler için sağlıklı bir seçenek sunmaktadır. Bu çalışmada, hurma ve zeytin çekirdekleri ayrı ayrı sınıflandırılmış, kurutulmuş, farklı sıcaklıklarda kavrulmuş (hurma çekirdekleri 180 °C, zeytin çekirdekleri 200 °C) ve öğütülmüştür. Yanıt Yüzey Yöntemi'nin (RSM) karışım tasarımı kullanılarak, hurma ve zeytin çekirdeği tozunun farklı kombinasyonlarını içeren 12 deney gerçekleştirilmiştir. Her kombinasyon toplam fenolik madde içeriği (TPC), radikal süpürme aktivitesi (RSA) ve Brix analizi açısından test edilmiştir. Deneyler sonucunda, en yüksek TPC ve RSA değerleri göz önünde bulundurularak en uygun karışım belirlenmiştir. En yüksek değerler; TPC için kuru maddede 0,245 - 0,256 - 0,267 mgGA/g, RSA için %90,25 - %87,01 ve Brix için 1,37 olarak elde edilmiştir. Optimum koşullarda üretilen ürünün 7'li hedonik ölçeğe göre yapılan duyusal analizinde genel beğeni skoru 7 üzerinden 4,91 olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada, önemli fenolik bileşenler içeren, güçlü antioksidan özelliklere sahip ve atıkların değerli hale getirilmesi yoluyla ekonomiye katkı sağlayan, yüksek kabul edilebilirliğe sahip yenilikçi bir kafeinsiz kahve ürünü geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hurma çekirdeği, zeytin çekirdeği, kafeinsiz kahve, sağlık, atık değerlendirilmesi

MOBİL QURĞULAR ÜÇÜN ADAPTİV VEB-DİZAYNIN TƏHLİLİ

[1]Elmira İSRAFİLOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının dosenti

Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0002-9476-5279

[2]Aida MUSTAFAYEVA

İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının müdiri

[2,1]Mingəçevir Dövlət Universiteti

İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

[2,2]Bakı, Azərbaycan

ORCID ID: 0000-0003-0801-5605

[3]Nadimə CƏBRAYILOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının magistrantı

Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0008-9992-804X

XÜLASƏ

Məqalədə mobil qurğular üçün adaptiv veb-dizaynın əhəmiyyəti və tətbiq prinsipləri araşdırılmışdır. Mobil qurğuların geniş yayılması və internetə qoşulma tendensiyalarının dəyişməsi fonunda veb-resursların mobil uyğunluğunun zəruriliyi vurğulanmışdır. Adaptiv dizaynın əsas texnoloji aspektləri, istifadəçi təcrübəsinə təsiri və optimallaşdırma üsulları təhlil edilmişdir. Məqalədə mobil versiyaların hazırlanmasının vacibliyi, SEO strategiyaları və veb-saytların məhsuldarlığının artırılması üçün əsas yanaşmalar təhlil olunmuşdur. Sonda, mobil qurğular üçün veb-resursların effektivliyini artırmaq məqsədilə adaptiv dizayn standartlarının tətbiqi, yüklənmə sürətinin optimallaşdırılması və testləndirmə proseslərinin genişləndirilməsi kimi təkliflər irəli sürülmüşdür.

Açar sözlər: adaptiv veb-dizayn, istifadəçi təcrübəsi, mobil uyğunlaşdırma, veb optimallaşdırma, SEO.

GİRİŞ

Müasir dövrdə informasiya texnologiyalarının inkişafında ən mühüm tendensiyalardan biri kompüterlərdən mobil qurğulara keçidin sürətlənməsidir. Smartfonları, informasiyanın əldə edilməsi və qarşılıqlı əlaqəsi proseslərini əsaslı şəkildə dəyişdirərək, insanların gündəlik həyatının ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Mobil texnologiyaların dinamik inkişafı və geniş yayılması sayəsində internetə çıxış imkanları əhəmiyyətli dərəcədə sadələşir və optimallaşdırılır. Bu proses, həm mobil cihazların əlçatanlığının və funksionallığının artırılması, həm də rabitə infrastrukturlarının keyfiyyətinin yüksəlməsi nəticəsində sürətlənmişdir. İnternetin qlobal yayılma sürəti, qiymətlərin azalması, genişzolaqlı rabitənin inkişafı və verilənlərin ötürmə sürətinin artması bu sahədə mühüm amillər kimi çıxış edir (Mustafayeva, 2022 s. 59-62).

2024-cü ilin statistik göstəricilərinə əsasən, dünya üzrə smartfon istifadəçilərinin sayı təxminən 4,88 milyard nəfər təşkil edir ki, bu da dünya əhalisinin 60,42%-nə bərabərdir. Hal-hazırda dünyada istifadə

edilən smartfonların ümumi sayı 7,21 milyarda yaxınlaşmışdır. Proqnozlara görə, 2029-cu ilə qədər bu göstərici 6,38 milyard nəfərə qədər artacaq. Bu göstəricilər, mobil qurğuların gündəlik həyatımızdakı rolunun sürətlə genişləndiyini və texnologiyaların inteqrasiyasının artdığını nümayiş etdirir (Sunil, 2025) Rəqəmsal transformasiya və cəmiyyətin informasiya tələbatının dəyişməsi veb infrastrukturun strateji əhəmiyyətini daha da artırır. Son illərdə veb texnologiyalarının sürətli inkişafı müşahidə olunur və bu, internetdən istifadə edən auditoriyanın genişlənməsinə şərait yaradır. Xəbərlərin, informasiyaların və xidmətlərin əldə edilməsində internet, ənənəvi media kanalları (qəzet, televiziya və s.) üzərində üstünlük qazanmışdır. Müasir texnologiyalar reallıqla sinxronlaşdırılmış məlumat mübadiləsinə imkan yaradır ki, bu da istifadəçilərin istənilən yerdə və zaman çərçivəsində veb resurslardan yararlanmasını təmin edir.

StatCounter analitik şirkətinin 2024-cü ilin dekabr ayına aid məlumatına əsasən, smartfonlardan veb resurslara qoşulmaların payı 63,06%-ə çatmışdır. Müqayisəli təhlillər göstərir ki, istifadəçilərin yalnız 36,94%-i internetə qoşulmaq üçün kompüter və planşetlərdən istifadə edir (StatcounterGlobalStats, 2025). Bu statistika, veb-resursların inkişafında mobil optimallaşdırmanın zəruriliyini və mobil qurğular üçün optimallaşdırılmış interfeyslərin əhəmiyyətini bir daha təsdiq edir.

Müasir dövrdə veb-saytların geniş auditoriyaya uyğunlaşdırılması, yalnız onların tərkibinin deyil, həm də vizual dizayn prinsiplərinin optimallaşdırılmasını tələb edir. Veb-resursların effektivliyinin və istifadəçi təcrübəsinin artırılması üçün ən mühüm yanaşmalardan biri adaptiv veb-dizayndır. Adaptiv veb-dizayn, müxtəlif qurğuların ekran ölçülərinə və texniki parametrlərinə uyğunlaşa bilən interfeysin yaradılmasına imkan verən əsas texniki həllərdən biridir. Bu yanaşma istifadəçilərin qurğularından asılı olmayaraq rahat naviqasiya, uyğunlaşdırılmış məzmun təqdimatı və optimallaşdırılmış vizual interaktivlik təmin edir.

Aparılan tədqiqatın əsas məqsədi, müasir mobil qurğu istifadəçilərinə yönəlmiş adaptiv veb-saytların yaradılması prinsiplərinin araşdırılmasıdır. Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər tədqiq edilmişdir:

– Saytın mobil versiyasının işlənməsi səbəbləri adaptiv (uyğunlaşdırılmış) veb-saytların hazırlanması vacibliyinin təhlili.

– Adaptiv veb-dizayn texnologiyalarının istifadəçi təcrübəsinə təsirinin araşdırılması.

Aparılan tədqiqat çərçivəsində əldə edilən nəticələr, müasir veb-dizayn prinsiplərinin daha ətraflı öyrənilməsinə şərait yaradır və veb-resursların optimallaşdırılması prosesində elmi və praktik əsasların formalaşdırılmasına mühüm töhfə verir.

SAYTIN MOBİL VERSİYASININ İŞLƏNMƏSİ SƏBƏBLƏRİ

Son illərdə informasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı və mobil qurğuların geniş yayılması internet istifadəçilərinin davranışında fundamental dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Statistika göstərir ki, qlobal veb-trafikin əhəmiyyətli hissəsi smartfon və planşetlər vasitəsilə formalaşır. Buna görə də, müasir veb-resursların effektivliyinin və əlçatanlığının təmin edilməsi üçün mobil qurğulara uyğunlaşdırılmış saytların işlənməsi zərurətə çevrilmişdir (Mustafayeva, 2024, s.218)

Saytların ənənəvi versiyaları masaüstü kompüter və noutbuk istifadəçiləri üçün nəzərdə tutulsa da, mobil cihazların kiçik ekran ölçüləri, məhdud hesablama resursları və toxunma interfeysinin spesifik xüsusiyyətləri adi veb-saytlardan istifadədə ciddi çətinliklər yaradır. Xüsusilə, standart səhifələrin yüklənmə sürətinin aşağı olması, dizayn elementlərinin adaptasiya olunmaması və naviqasiya problemləri istifadəçi təcrübəsinə mənfi təsir göstərir.

Bu problemlərin həlli üçün mobil versiyaların işlənməsi vacibdir. Mobil versiyalar yalnız interfeys elementlərinin ölçülərinin uyğunlaşdırılması ilə kifayətlənmir, eyni zamanda məzmunun optimallaşdırılması, məlumatların strukturlaşdırılması və sadələşdirilmiş naviqasiya prinsipləri əsasında qurulur. Bundan əlavə, mobil versiyalar istifadəçi interaktivliyini artıraraq veb-resurslara daha sürətli və rahat çıxışı təmin edir.

Adaptiv veb-dizayn texnologiyalarının tətbiqi sayəsində veb-saytın tək bir versiyası müxtəlif ekran ölçülərinə və qurğulara dinamik şəkildə uyğunlaşa bilir. Bu yanaşma saytın fərqli cihazlardan düzgün

işləməsini təmin etməklə yanaşı, onun axtarış sistemlərində (Search engine optimization, SEO) indekslənmə səviyyəsini də yüksəldir. Google və digər axtarış platformaları mobil optimallaşdırılmış resursları prioritetləndirir, bu da onların axtarış nəticələrində üst sıralarda görünməsinə imkan yaradır.

Nəticə etibarilə, saytın mobil versiyasının işlənməsi yalnız texniki uyğunlaşma məsələsi deyil, həm də daha geniş istifadəçi auditoriyasına çatmaq, müasir rəqəmsal tendensiyalara cavab vermək və veb-resursun funksionallığını maksimum dərəcədə artırmaq üçün mühüm strateji addımdır. Adaptiv veb-dizayn yanaşmasının tətbiqi isə bu prosesin uğurlu şəkildə həyata keçirilməsində əsas rol oynayır.

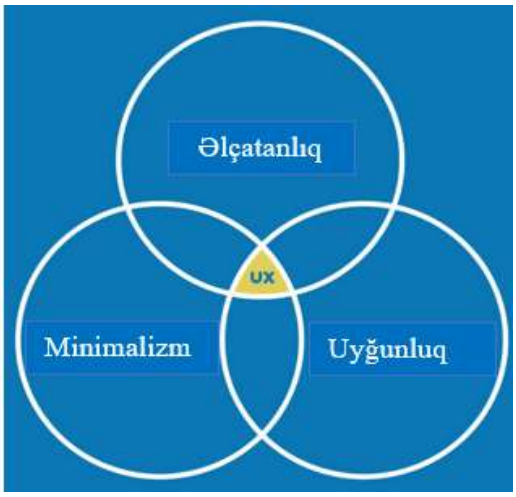
ADAPTİV VEB-DİZAYN TEXNOLOGİYALARININ İSTİFADƏÇİ TƏCRÜBƏSİNƏ TƏSİRİNİN ARAŞDIRILMASI VƏ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARI

İstifadəçi təcrübəsinin (User Experience, UX) yaxşılaşdırılması, bir veb-saytın və ya proqramın dizaynında mühüm əhəmiyyət kəsb edir və bu, yalnız vizual estetikaya deyil, həm də istifadəçinin məhsul ilə qarşılıqlı əlaqəsinin asan və təbii olmasına yönəlir. Effektiv istifadəçi interfeysinin yaradılması istifadəçi auditoriyasının ehtiyaclarını dərindən başa düşülməsini tələb edir. İstifadəçi təcrübəsi, istifadəçinin məhsul və ya xidmətlə əlaqə qurarkən yaşadığı bütün prosesi – sadə istifadədən tutmuş hiss edilən emosional əlaqəyə qədər – əhatə edir. Bu prosesin yüksək səviyyədə həyata keçirilməsi üçün xüsusilə üç əsas aspektə diqqət yetirilməlidir (şəkil 1) (Европова, 2012, s.38):

Şəkil 1. İstifadəçi təcrübəsinin təkmilləşdirilməsinin əsas aspektləri

Veb-dizaynın və məhsulun effektiv olması üçün ən vacib məqam hədəf auditoriyasının təhlilidir. Təhlillər, sorğular və müsahibələr vasitəsilə istifadəçilərin ehtiyacları dərindən başa düşülməlidir. Hədəf auditoriyasının hərtərəfli təhlili, onların istifadə davranışlarını izləməklə ehtiyac və üstünlüklərini daha yaxşı anlamağa imkan verir. İnteraktiv prototiplərin yaradılması və istifadəçilər tərəfindən testlərin aparılması, interfeysin necə işlədiyini və necə yaxşılaşdırılacağını anlamağa kömək edir. Bu, məhsulun reallığa uyğun və istifadəyə yararlı olması üçün ən effektiv üsuldur. Müasir istifadəçilər fərqli qurğulardan – kompüter, mobil telefon və planşetlərdən – istifadə edirlər. Adaptiv dizayn, saytın hər növ qurğuda eyni rahatlıqla istifadə olunmasını təmin edir, beləliklə istifadəçilər saytı hər zaman və hər yerdə asanlıqla idarə edə bilərlər.

UX dizaynı daxilində istifadəçilərlə empatiya qurulması ən vacib prinsiplərdən biridir. Bu, yalnız istifadəçilərin ehtiyaclarını başa düşmək deyil, həm də onların qarşılaşa biləcəyi çətinlikləri qabaqcadan görmək və həll yolları təqdim_etməkdir. Şəkil 2-də təsvir olunmuş prinsiplərin nəzərə alınması vacib hesab olunur.



Şəkil 2. UX dizaynın əsas prinsipləri

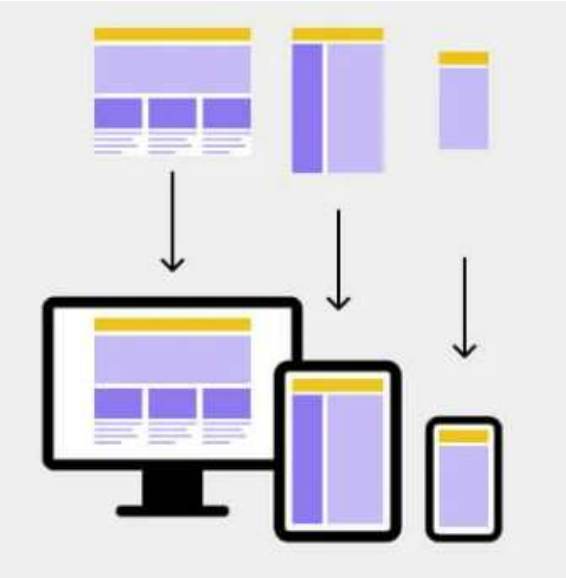
Uyğunluq (Consistency) – İstifadəçilərin rahat öyrənməsi və interfeysdən intuitiv şəkildə istifadə etmələri üçün eyni üslub, şriftlər, rənglər və simvollardan istifadə olunmalıdır. Məsələn, düymələr və menyular hər səhifədə eyni yerdə və oxşar formada yerləşdirilməlidir.

Minimalizm (Minimalism) – İstifadəçinin diqqətini yayındırmamaq üçün lazımsız elementlərdən və mürəkkəb interfeys dizaynından çəkinmək lazımdır. Bu, həm vizual, həm də funksional minimalizmi əhatə edir. Yalnız əsas və lazımlı məlumatlar vurğulanmalıdır.

Əlçatanlıq (Accessibility) – Dizayn, sağlamlıq imkanları məhdud olan istifadəçilərin – görmə, eşitmə və motor bacarıqları zəif şəxslərin – rahat istifadəsini təmin edəcək şəkildə qurulmalıdır.Bu, ekrandakı mətnlərin istifadəçilər üçün uyğun olması, yüksək kontrastlı rənglərdən istifadə edilməsi, səsli faylların əlavə olunması və alternativ giriş üsullarının (məs., klaviatura naviqasiyası) təmin edilməsi deməkdir.

Bütün bu prinsiplər bir yerdə tətbiq edildikdə, istifadəçilər üçün funksional, intuitiv və müsbət təcrübə yaradan interfeysin təmin etməsinə imkan verir.

Adaptiv veb-dizayn, saytın və ya veb-tətbiqin istifadəçilər tərəfindən daha rahat şəkildə naviqasiya edilməsi və oxunması üçün ideal bir yanaşmadır. Bu dizayn sayəsində istifadəçilər səhifənin böyütmə və ya kiçiltmə ehtiyacı olmadan saytı intuitiv şəkildə istifadə edə bilirlər. Saytın müxtəlif qurğularda optimal işləməsi, istifadəçilərin qarşısında heç bir maneə yaratmadan, rahat və cəlbedici bir təcrübə təqdim edir (Аннаева, 2023, s.14). Yaxşı istifadəçi təcrübəsi saytda qalma müddətini artırır və ziyarətçilərin yenidən qayıtmasına motivasiya verir. Əgər istifadəçilər axtardıqları məlumatı tez tapa bilirsə və əməliyyatları rahatlıqla icra edirsə, saytdan məmnun qalırlar. Bu səbəbdən adaptiv veb-dizayn saytın uğurunu artıraraq istifadəçilərin gözləntilərinə cavab verən interfeys təqdim edir. Adaptiv dizayn hər cihaz üçün ayrı şablonlar yaradır və ekran ölçüsünə görə hazır variantlardan birini seçir. Bu yanaşma sayəsində hər cihazda fərqli istifadəçi təcrübəsi təqdim edilə bilər (şəkil 3).



Şəkil 3. Adaptiv dizaynın strukturu

Adaptiv dizaynın əsas üstünlükləri istifadəçi təcrübəsini aşağıdakı istiqamətlər üzrə təkmilləşdirməyə imkan verir:

– İstifadə rahatlığı – İstifadəçilər müxtəlif qurğularada saytı problemsiz istifadə edə bilirlər.

– Oxunaqlılıq – Şrift ölçüləri və mətnlər ekran ölçüsünə uyğunlaşaraq oxunaqlılığı təmin edir.

– İstifadəçi məmnuniyyəti – Saytın fərqli qurğularada rahat istifadəsi istifadəçilərin məmnunluğunu artırır.

Bu prinsiplər xüsusilə mobil qurğulara görə optimallaşdırılmış dizayn üçün önəmlidir. Mobil internet istifadəsinin artması ilə veb-dizaynın mobil qurğulara uyğunlaşması getdikcə daha vacib hal alır.

NƏTİCƏ

Beləliklə, aparılan tədqiqatın nəticələri göstərir ki, mobil qurğuların istifadəsinin sürətlə artması veb-resursların optimallaşdırılmasını və adaptiv dizayn yanaşmasının tətbiqini zəruri edir. Statistik məlumatlar və trendlər göstərir ki, internetdən istifadə edənlərin əksəriyyəti smartfonlar vasitəsilə veb-resurslara qoşulur. Buna görə də, müasir veb-saytların yalnız masaüstü qurğular üçün deyil, mobil qurğular üçün də optimallaşdırılması mühüm strateji əhəmiyyət kəsb edir. Adaptiv veb-dizayn texnologiyalarının tətbiqi istifadəçi təcrübəsini yaxşılaşdırır, saytın əlçatanlığını artırır və interaktivliyi optimallaşdırır. Belə bir yanaşma veb-saytın müxtəlif qurğularda düzgün işləməsini təmin edir, yüklənmə sürətini artırır və vizual uyğunluğu qoruyur. Bundan əlavə, mobil optimallaşdırılmış saytlar axtarış sistemlərində daha yüksək reytinq əldə edir və istifadəçi məmnuniyyətini artırır. Bu istiqamətdə görüləcək işlərin daha da təkmilləşdirilməsi üçün aşağıdakı təkliflər irəli sürülə bilər:

1. Adaptiv dizayn standartlarının tətbiqi – Müasir veb-resursların yaradılmasında adaptiv dizayn prinsiplərindən istifadə olunmalıdır. Bu, veb-saytların müxtəlif ekran ölçülərinə uyğunlaşmasını təmin edəcək.

2. İstifadəçi təcrübəsinin optimallaşdırılması – Sayt dizaynı minimalistik, intuitiv olaraq başa düşülən və funksional olmalıdır. Naviqasiya sadələşdirilməli, məzmun oxunaqlı və rahat strukturlaşdırılmış şəkildə təqdim edilməlidir.

3. Yüklənmə sürətinin artırılması – Mobil istifadəçilər üçün sürətli yüklənən saytlar hazırlanmalı, lazımsız vizual və texniki elementlər minimuma endirilməlidir.

4. SEO strategiyalarının gücləndirilməsi – Mobil optimallaşdırılmış saytlar üçün axtarış sistemləri üçün uyğunlaşdırılmış strategiyalar tətbiq edilməli, açar sözlər, meta təsvirlər və strukturlu məlumatlardan istifadə edilməlidir.

5. Mobil qurğular üçün testləndirmə proseslərinin genişləndirilməsi – Veb-saytlar müxtəlif qurğularda və brauzerlərdə testləndirilməli, təyinatına uyğunluğu yoxlanılmalıdır.

Bu təkliflərin həyata keçirilməsi veb-resursların daha geniş auditoriyaya çatmasını təmin edəcək və müasir internet istifadəçilərinin tələblərinə uyğun yüksək keyfiyyətli veb həllərin inkişafına töhfə verəcəkdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Mustafayeva, A.M., Israfilova, E.N., Aliyev, E.M., Khalilov, E.O., Baxshiyeva, G.S. Analysis based on UX design of mobile platforms applied in agricultural sectors. journal of modern technology and engineering special issue IECHCI-2022, p. 59-64

2. Mustafayeva, A.M., Israfilova, E.N. Web design of intelligent parking system in traffic control. Journal of Modern Technology and Engineering. Vol.9/No.3, 2024. p. 217-224. http://jomardpublishing.com/journals.aspx?lang=en&id=1&menu=8

3. Sunil Gill. How many people own smartphones in the world? (2024-2029) // Priori Data. – 2025. – January. https://prioridata.com/data/smartphone-stats

4. StatcounterGlobalStats [Elektron resurs] URL: http: //gs.statcounter.com/press/ mobile and-tablet-internet-usage-exceeds-desktop-for-first-time-worldwide (müraciət tarixi: 21.01.2025).

5. Аннаева А.Р. и др. Применение принципов адаптивного веб-дизайна для улучшения пользовательского опыта. // Символ науки. 2023, №11, с. 13-15

6. Егорова И.Н., Толстая Е.А. Исследование принципов адаптивного веб-дизайна. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2012, №6, с. 37-38.

AĞILLI ŞƏBƏKƏLƏR: ELEKTRİK ŞƏBƏKƏSİ OPERATORLARI ÜÇÜN ÜSTÜNLÜKLƏR VƏ ÇƏTİNLİKLƏR

Məhəmməd Şöyübov

Mingəçevir Dövlət Universiteti,

ORCID ID: 0009-0001-2243-0525

Xülasə

Ağıllı şəbəkələr elektrik enerjisinin paylanmasının səmərəliliyini və etibarlılığını artırmaq üçün informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından istifadə edən qabaqcıl sistemlərdir. Bu şəbəkələr operatorlara enerji axınlarını daha dəqiq idarə etməyə imkan verir, enerji sisteminə daha çox çeviklik və dayanıqlıq verir. Ağıllı şəbəkələr günəş və külək enerjisi kimi bərpa olunan enerji mənbələrini səmərəli şəkildə birləşdirə, qalıq yanacaqlardan asılılığı azaltmağa və ətraf mühiti yaxşılaşdırmağa kömək edə bilər.

Ağıllı şəbəkələrin əsas üstünlüklərindən biri enerji təchizatı və tələbindəki dəyişikliklərə avtomatik reaksiya vermək və itkiləri minimuma endirmək qabiliyyətidir. Operatorlar şəbəkə performansını optimallaşdırmaq, şəbəkə dayanıqlığını artırmaq və problemləri tez bir zamanda aradan qaldırmaq üçün real vaxt məlumatlarından istifadə edə bilərlər. Bu, həm də fəlakətin bərpa müddətini azaltmağa, müştəri xidmətlərini yaxşılaşdırmağa kömək edir.

Bununla belə, smart şəbəkələrin tətbiqi bir sıra çətinliklərlə üzləşir. Birincisi, infrastrukturun modernləşdirilməsi əhəmiyyətli investisiyalar tələb edir. İkincisi, kiberhücum təhlükəsi var, çünki ağıllı şəbəkələr yüksək rəqəmsallaşmaya görə həssas olur. Bundan əlavə, yeni texnologiyalara xidmət göstərmək və onları mövcud şəbəkəyə inteqrasiya etmək üçün mütəxəssislərin ixtisaslarının artırılması lazımdır.

Bu çətinliklərə baxmayaraq, smart şəbəkələrin təkmilləşdirilmiş enerji səmərəliliyi və infrastrukturun dayanıqlığı kimi faydaları onları həm operatorlara, həm də istehlakçılara fayda gətirərək daha dayanıqlı və təmiz enerji sistemləri istiqamətində mühüm addıma çevirir.

Açar sözlər: Ağıllı şəbəkələr, operatorlar, elektrik enerjisi, bərpa olunan enerji, kibertəhlükəsizlik, səmərəlilik.

Giriş

Ağıllı şəbəkələr ənənəvi elektrik paylama sistemlərinin üzləşdiyi bir sıra problemlərin həlli üçün nəzərdə tutulmuş enerji sahəsində ən qabaqcıl və perspektivli texnologiyalardan biridir. Artan enerji istehlakı, ekoloji dayanıqlığa artan tələblər və bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyası zərurəti ilə mövcud enerji şəbəkələrinin modernləşdirilməsinə təcili ehtiyac var. Məhz bu kontekstdə smart şəbəkələr enerji infrastrukturunun transformasiyasında mühüm elementə çevrilir, onun daha çevik, səmərəli və dayanıqlı fəaliyyətini təmin edir.

Ağıllı şəbəkələrin əsas məqsədi informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının imkanlarından istifadə etməklə enerji təchizatı sistemlərinin səmərəliliyini, etibarlılığını və dayanıqlığını artırmaqdır. Bu şəbəkələr operatorlara real vaxt rejimində enerji paylanmasına nəzarət etmək, avadanlığın vəziyyətinə nəzarət etmək, istehlakdakı dəyişikliklərə tez reaksiya vermək və sabit enerji təchizatını təmin etmək imkanı verir. Sabit enerji ötürmə yollarına malik olan ənənəvi elektrik şəbəkələrindən fərqli olaraq, ağıllı şəbəkələr günəş və külək enerjisi kimi həm ənənəvi, həm də bərpa olunan enerji mənbələrinin səmərəli idarə olunmasına imkan verən elektrik enerjisi axınını dinamik şəkildə tənzimləmək qabiliyyətinə malikdir.

Ağıllı şəbəkələrin əsas üstünlüklərindən biri müxtəlif enerji mənbələrini, o cümlədən qeyri-sabit və gözlənilməz ola bilən dəyişkən bərpa olunan mənbələri inteqrasiya etmək qabiliyyətidir. Bu, ənənəvi

fosil enerji mənbələrindən asılılığı azaltmaqla yanaşı, enerji sisteminin ekoloji dayanıqlığını da artırır. Bundan əlavə, ağıllı şəbəkələr enerji itkilərində əhəmiyyətli azalma təmin edir, bu da resurslara qənaət etməyə və əməliyyat xərclərini azaltmağa kömək edir.

Lakin bütün bu üstünlüklərə baxmayaraq, smart şəbəkələrin tətbiqi həm texniki, həm də iqtisadi bir sıra çətinliklərlə bağlıdır. Ən ciddi maneələrdən biri də mövcud infrastrukturun müasirləşdirilməsi zərurətidir ki, bu da xeyli maliyyə investisiyaları tələb edir. Bu, xüsusilə yeni texnologiyalarla işləmək üçün uyğunlaşdırılmalı olan köhnə şəbəkələr üçün doğrudur. Bundan əlavə, məlumatların təhlükəsizliyi və kiber təhdidlər getdikcə daha çox əhəmiyyət kəsb edir, çünki ağıllı şəbəkələr rəqəmsal texnologiyalara çox etibar edir və xarici hücumlara qarşı həssas ola bilər.

Bundan əlavə, smart şəbəkələrin tam işləməsi müasir texnologiyalarla işləmək üçün lazımi bilik və bacarıqlara malik ixtisaslı kadrlar tələb edir. Yeni sistemlərin tətbiqi həmçinin öyrənmə və uyğunlaşma üçün vaxt tələb edir ki, bu da daha səmərəli və dayanıqlı enerji sistemlərinə keçidi ləngidə bilər.

Bununla belə, bütün çətinliklərə baxmayaraq, smart şəbəkələr enerji infrastrukturunu yaxşılaşdırmaq, resurs səmərəliliyini artırmaq və daha sabit və daha yaşıl enerji təchizatını təmin etmək üçün böyük potensiala malikdir. Onlar enerji sənayesinin gələcəyində əsas rol oynayır, artan enerji tələblərinə cavab verə bilən və iqtisadi və ekoloji məqsədləri tarazlaşdıra bilən daha davamlı və sərfəli sistemlərin yaradılmasına kömək edir.

SmartGridlərin Operatorlar üçün faydaları

Ağıllı şəbəkələrin ən əhəmiyyətli üstünlüklərindən biri onların enerji sisteminin səmərəliliyini və etibarlılığını artırmaq qabiliyyətidir. Müasir smart şəbəkələr real vaxt rejimində şəbəkənin vəziyyəti haqqında məlumat toplamaq üçün sensorlar, avtomatlaşdırılmış cihazlar və monitorinq sistemlərindən istifadə edir. Bu, operatorlara şəbəkənin müxtəlif hissələrində gərginlik, tezlik, cərəyan və güc kimi əməliyyat parametrlərinə tez nəzarət etməyə imkan verir. Bu, operatorlara problemləri tez bir zamanda müəyyən etməyə və həll etməyə, dayanma müddətini və istehlakçılara dəyən ziyanı minimuma endirməyə imkan verir.

Ağıllı şəbəkələrin digər mühüm faydası real vaxt rejimində tələb və təklifi idarə etmək qabiliyyətidir. Bu, enerji sərfiyyatı məlumatlarını birbaşa operatorlara göndərə bilən, həmçinin resursların paylanmasınıoptimallaşdıraraq şəbəkədəki yükü idarə edən smart sayğac sistemi ilə inteqrasiya sayəsində mümkündür. Bu, itkiləri azaltmağa və sistemin ümumi səmərəliliyini artırmağa kömək edir [2, s.31].

Bundan əlavə, smart şəbəkələr günəş və külək elektrik stansiyaları kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyasını dəstəkləyir. Bu mənbələr dəyişən ola bilər, bu da onların ənənəvi şəbəkələrə inteqrasiyasını çətinləşdirir. Bununla belə, ağıllı şəbəkələr enerji axınını şəbəkə şərtlərinə uyğunlaşdıraraq effektiv şəkildə balanslaşdırmağa imkan verir. Bu da öz növbəsində qalıq enerji mənbələrindən asılılığın azaldılmasına və ekoloji vəziyyəti yaxşılaşdırmağa kömək edir.

Ağıllı şəbəkələrin tətbiqində çətinliklər

Çoxlu üstünlüklərə baxmayaraq, smart şəbəkələrin tətbiqi bir sıra mürəkkəb problemlərlə üzləşir. Onlardan biri də mövcud infrastrukturun yenilənməsinin baha başa gəlməsidir. Xüsusilə inkişaf etməkdə olan ölkələrdə bir çox enerji şəbəkələri onilliklər əvvəl tikilib və yeni texnologiyaların idarə edilməsi üçün nəzərdə tutulmayıb. İntellektual sistemlərin inteqrasiyası bir çox operatorlar üçün əsas maneə ola bilən aparat, proqram təminatı və infrastruktur təkmilləşdirmələrinə əhəmiyyətli investisiya tələb edir.

Digər mühüm problem smart şəbəkələrin təhlükəsizliyinin təmin edilməsidir. Bu sistemlər əsasən informasiya texnologiyalarına arxalandığı üçün kiberhücumlara qarşı həssas olurlar. Bu cür şəbəkələrə uğurlu hücum elektrik enerjisinin ciddi kəsilməsi və məxfi məlumatların sızması ilə nəticələnə bilər. Bu, məlumatların şifrələnməsi, çoxqatlı autentifikasiya və müntəzəm təhlükəsizlik auditləri daxil olmaqla, effektiv təhlükədən qorunma strategiyalarının hazırlanmasını tələb edir.

Bundan əlavə, smart şəbəkələrin tam işləməsi üçün informasiya texnologiyaları və enerji sahəsində biliyə malik yüksək ixtisaslı mütəxəssislər tələb olunur. İntellektual sistemlərə keçid həm də

operatorların təşkilati strukturunda və biznes proseslərində dəyişikliklər tələb edir ki, bu da əlavə çətinliklərə və xərclərə səbəb ola bilər.

Ağıllı şəbəkənin tətbiqi ilə bağlı çətinlikləri daha ətraflı göstərmək üçün bəzi statistik məlumatlar və nümunələr əlavə edilə bilər.

Beynəlxalq Enerji Agentliyinin (IEA) məlumatına görə, köhnə enerji şəbəkələrinin tam modernləşdirilməsi və ağıllı texnologiyaların tətbiqi üçün növbəti 20 il ərzində təxminən 2-3 trilyon ABŞ dolları həcmində qlobal sərmayələrə ehtiyac var. Məsələn, şəbəkələrin çox vaxt 20-ci əsrin ortalarına təsadüf etdiyi Afrika və Asiyanın bəzi ölkələrində təkmilləşdirmə xərcləri xüsusilə yüksək ola bilər ki, bu da innovativ həllərin həyata keçirilməsinə maneələr yaradır. Hindistan kimi ölkələr infrastrukturun köhnəlməsi problemi ilə üzləşirlər və təxmin edilir ki, ölkənin elektrik şəbəkəsinin təkmilləşdirilməsi yaxın onilliklərdə 50 milyard ABŞ dollarından çox başa gələ bilər [4, s. 129].

Ağıllı şəbəkələr kiberhücumlar üçün potensial hədəfdir. CybersecurityVentures-in hesabatına görə, enerji şəbəkələrinə kiberhücumlar 2027-ci ilə qədər qlobal iqtisadiyyatlara 1,4 trilyon dollardan çox başa gələ bilər. 2015-ci ildə Ukraynanın enerji sisteminə hücumu bariz nümunə kimi göstərmək olar, o zaman kiberhücum nəticəsində 200 mindən çox abunəçi əlil olmuşdu. Bu cür hadisələr məlumatların mühafizəsinin təkmilləşdirilməsinə və xüsusi təhlükəsizlik tədbirlərinin hazırlanmasına ehtiyac olduğunu nümayiş etdirir [5, s. 159].

Ağıllı şəbəkə mütəxəssislərinin çatışmazlığı da mühüm problemdir. PwC araşdırmasına görə, 2019-cu ildə Avropa və Şimali Amerikada enerji şirkətləri üçün IoT və kibertəhlükəsizlik üzrə mütəxəssislərin 50%-dən çoxu çatışmazlığı var idi. Enerji sektorunda kadrların hazırlanması və saxlanması ilə bağlı problemlər ağıllı texnologiyalarla işləmək üçün yeni bilik və bacarıqlara ehtiyac ilə birləşir.

Eyni zamanda, bəzi ölkələr smart şəbəkələri uğurla tətbiq edirlər. Məsələn, Almaniyada SmartGrid 2.0 layihəsi bərpa olunan enerji mənbələrini nəzərə alan səmərəli və ekoloji cəhətdən təmiz smart şəbəkələrin yaradılmasına yönəlmiş təşəbbüsdür. Almaniya bu cür texnologiyaların inkişafına sərmayə qoyur və 2030-cu ilə qədər intellektual sistemlərdən istifadə etməklə karbon emissiyalarını 50% azaltmağı gözləyir.

Beləliklə, çətinliklərə baxmayaraq, Almaniya və ya Cənubi Koreyada olduğu kimi smart şəbəkənin tətbiqinin uğurlu nümunələri göstərir ki, düzgün investisiyalar və yanaşmalarla infrastrukturun modernləşdirilməsi, təhlükəsizlik və bacarıq çatışmazlığı ilə bağlı maneələr aradan qaldırıla bilər.

İstehlakçılara və ətraf mühitə təsir

Operatorlar üçün üstünlüklərdən əlavə, ağıllı şəbəkələr son istehlakçılara da təsir göstərir. Ağıllı sayğaclar və enerji idarəetmə cihazları ilə istifadəçilər elektrik enerjisi xərclərinə nəzarət edə və tariflərdən və günün vaxtından asılı olaraq istehlakı avtomatik optimallaşdıra bilərlər. Uzunmüddətli perspektivdə bu, ümumi enerji xərclərini azaldır və resurslardan daha səmərəli istifadəni təşviq edir.

Ağıllı şəbəkələrin ekoloji faydaları da danılmazdır. Bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyası və yükün səmərəli idarə edilməsi bacarığı karbon qazı və digər çirkləndiricilərin emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər, iqlim dəyişikliyi ilə mübarizəyə kömək edir. Üstəlik, təkmilləşdirilmiş enerji səmərəliliyi yeni elektrik stansiyalarının tikintisinə ehtiyacı azaldır və mövcud elektrik stansiyalarının yükünü azaldır.

Bundan əlavə, smart şəbəkələr enerji resurslarının daha ədalətli bölüşdürülməsinə şərait yaradır. Dinamik qiymətqoyma və daha dəqiq istehlakın ölçülməsini tətbiq etməklə hər bir istifadəçi elektrik enerjisindən istifadə üçün ən sərfəli vaxtı seçmək imkanı əldə edir. Məsələn, aşağı istehlak saatlarında (gecə vaxtı və ya həftə sonları) istehlakçılar elektrik enerjisindən endirimli tariflərlə istifadə edə bilərlər ki, bu da pik saatlarda şəbəkəyə yükü azaltmağa və ümumi enerji istehlakını azaltmağa kömək edir.

Son istifadəçilər üçün ağıllı şəbəkələr ev enerji sistemləri ilə daha dərin inteqrasiya imkanı verir. Məsələn, ağıllı ev sahibləri cari şəbəkə yükü, günün vaxtı və ya hava şəraiti əsasında enerji istehlakını avtomatik tənzimləyən nəzarət sistemləri quraşdıra bilərlər. Bu, elektrik enerjisi xərclərinin azalmasına gətirib çıxarır və tariflərin kəskin dəyişməsinin qarşısını alır.

McKinsey tərəfindən aparılan araşdırmalara görə, Böyük Britaniya və ABŞ kimi geniş yayılmış smart şəbəkələrə malik ölkələrdə istehlakçılar yükün idarə edilməsi və dinamik qiymət imkanlarından fəal şəkildə istifadə etsələr, elektrik enerjisi ödənişlərini 20-30%-ə qədər azalda bilərlər [3, s. 92].

Ağıllı şəbəkələr günəş və külək elektrik stansiyaları kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin aktiv istifadəsini asanlaşdırır. Ənənəvi şəbəkələrdən fərqli olaraq, ağıllı şəbəkələr qeyri-sabit enerji mənbələrini çevik şəkildə birləşdirə, hava şəraitinə və günün vaxtına əsasən elektrik enerjisinin paylanmasını tənzimləyə bilər. Bu, bərpa olunan enerji mənbələrinin səmərəliliyini artırır və karbon əsaslı enerji mənbələrindən asılılığı azaltmağa kömək edir.

Buna misal olaraq Kaliforniyada ağıllı şəbəkələrin tətbiqini göstərmək olar, burada günəş enerjisindən istifadə karbon qazı emissiyalarını ildə 7,5 milyon ton azalda bilər. Külək və günəş elektrik stansiyalarını şəbəkəyə ağıllı şəkildə inteqrasiya etməklə, Kaliforniya ənənəvi istilik elektrik stansiyalarının yükünü əhəmiyyətli dərəcədə azaldıb və enerji təchizatının dayanıqlığını yaxşılaşdırıb.

Bundan əlavə, istehlakın proqnozlaşdırılması və tələbin idarə edilməsinə imkan verməklə, smart şəbəkələr ehtiyat gücə ehtiyacı və yeni elektrik stansiyalarının tikintisini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır ki, bu da ətraf mühitin izlərini azaltmağa kömək edir. Bu, həm də infrastruktur xərclərinin azalmasına və enerji ehtiyaclarını ödəmək üçün qalıq yanacaqların çıxarılması ehtiyacının azalmasına səbəb olur.

Nəhayət, ağıllı şəbəkələrdən daha geniş istifadə olunduqca, onların istehlakçılara və ətraf mühitə təsiri getdikcə müsbət xarakter alacaq, həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına və ətraf mühitə təsirin azaldılmasına kömək edəcək.

İntellektual şəbəkələrin inkişaf perspektivləri

Hər il smart şəbəkə texnologiyaları daha təkmilləşir və operatorlar üçün əlçatan olur. Əşyaların İnterneti (IoT), süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsinin inkişafı ilə enerji idarəetməsini optimallaşdırmaq üçün yeni imkanlar açılır. Gələcəkdə ağıllı şəbəkələr nəinki enerji axınını səmərəli şəkildə tənzimləyə, həm də enerji sistemlərinin çevikliyini və dayanıqlığını artırmaq üçün yeni üfüqlər açaraq enerji ehtiyaclarını proqnozlaşdıra biləcək.

Bundan əlavə, blokçeyn texnologiyasının inkişafı ilə məlumatların idarə edilməsində daha çox təhlükəsizlik və şəffaflığa nail olmaq, sistemləri kiberhücumlara və manipulyasiyalara qarşı daha etibarlı etmək olar. Gələcək smart şəbəkələrdə bu texnologiyaların tətbiqi onların inkişafında növbəti mühüm addım olacaq və operatorlara yeni çağırışların və tələblərin öhdəsindən gəlməyə kömək edəcək.

Ağıllı şəbəkələrin inkişaf perspektivləri yalnız enerji idarəetmə texnologiyalarının təkmilləşdirilməsi ilə məhdudlaşmır. Gələcəkdə bu sistemlər “ağıllı şəhərlər” konsepsiyasının və daha dayanıqlı enerji sistemlərinin reallaşdırılması üçün əsas elementlərə çevrilə bilər. Süni intellekt (AI), Əşyaların İnterneti (IoT) və blokçeyn kimi texnologiyalar təkcə şəbəkələrin səmərəliliyini və etibarlılığını artırmayacaq, həm də enerjidəki dəyişikliklərə tez cavab verə bilən çevik və yüksək adaptiv sistemlərin yaradılmasına imkan verəcək. tələb və xarici şərtlər [1, s. 52].

Süni intellekt və maşın öyrənməsi enerji ehtiyaclarının proqnozlaşdırılmasında, paylayıcı şəbəkələrin optimallaşdırılmasında və enerji axınlarının avtomatik idarə olunmasında böyük rol oynayacaq. Süni intellekt istehlak, iqlim şəraiti, avadanlığın vəziyyəti və digər parametrlər üzrə böyük həcmdə məlumatları təhlil edə biləcək ki, bu da istehlakın pik nöqtələrini proqnozlaşdırmağa və daha dəqiq və effektiv şəbəkə idarəetmə strategiyalarını planlaşdırmağa imkan verəcək. Bu, öz növbəsində, enerji itkilərini azaldacaq və sistemin ümumi səmərəliliyini artıracaqdır.

Məsələn, maşın öyrənməsindən istifadə edən sistemlər şəbəkədə darboğazların və ya nasazlıqların nə vaxt və harada baş verdiyini avtomatik aşkarlaya və bu dəyişikliklərə tez reaksiya verə, enerjini lazım olan yerə yönəldə bilər. Mərkəzləşdirilməmiş enerji sistemləri konsepsiyası da inkişaf edəcək, burada ağıllı qurğular bir-biri ilə enerji mübadiləsi apara, mərkəzləşdirilmiş elektrik stansiyalarından asılılığı azaldan bir növ “enerji icması” yarada bilər.

Əşyaların İnterneti (IoT) öz növbəsində çoxlu sayda cihazın şəbəkələrə qoşulmasına imkan verəcək ki, bu da hər bir fərdi istifadəçi səviyyəsində enerji istehlakının daha dəqiq monitorinqi və idarə olunması üçün yeni imkanlar yaradacaq. Ağıllı evlər, istilik, işıqlandırma və məişət texnikası idarələri ümumi

şəbəkəyə inteqrasiya olunacaq və bu, təkcə istehlakçılar üçün rahatlığı deyil, həm də mikro səviyyədə enerji təchizatının optimallaşdırılmasını təmin edəcək. Bu, həm də insanlara elektrik enerjisi xərclərinə nəzarət etməyə və mövcud şəbəkə şəraitindən və tariflərdən asılı olaraq istehlaklarını uyğunlaşdırmağa imkan verəcək [6, s. 88].

Blockchain, xüsusilə müxtəlif şəbəkə iştirakçıları arasında enerji mübadiləsi kontekstində məlumatların idarə edilməsindətəhlükəsizliyin və şəffaflığın artırılması üçün mühüm alətə çevriləcək. Blokçeyn enerji istehlakı və paylanması üzrə məlumatların dəyişməzliyini və şəffaflığını təmin etməyə imkan verəcək ki, bu da manipulyasiya risklərini azaldacaq və istifadəçinin sistemə inamını artıracaq. Blockchain həmçinin istehlakçılar, istehsalçılar və şəbəkə operatorları arasında hesablaşmalar və əməliyyatlar üçün yeni mexanizmlərə imkan verəcək ki, bu da mühasibat uçotu və hesablaşma proseslərini əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşdirəcək.

Bundan əlavə, bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafı və onların smart şəbəkələrə inteqrasiyası ilə dəyişkən və qeyri-sabit enerji mənbələri ilə işləmək üçün daha çevik və adaptiv həllərin tətbiqi mümkün olacaq. Bu, sistemin davamlılığını artıracaq və ənənəvi enerji mənbələrindən asılılığı azaldacaq. Ağıllı şəbəkələr həmçinin ekstremal hava şəraitinə davamlılığın artırılmasında, məsələn, isti və ya soyuqdan yaranan pik tələb zamanı yüklərin idarə edilməsində əsas rol oynaya bilər.

Növbəti onilliklərdə smart şəbəkələr qlobal dəyişikliklər və artan təmiz enerji ehtiyacları kontekstində enerji təchizatının səmərəli, dayanıqlı və təhlükəsiz idarə edilməsini təmin edərək həyatımızın ayrılmaz hissəsinə çevriləcək. Texnologiya inkişaf etdikcə, bu sistemlər istehlakçılar üçün təkcə rahatlıq və qənaət təmin etməklə yanaşı, həm də ekoloji davamlılıq və resurslardan səmərəli istifadə arasında tarazlığı qoruyub saxlayaraq gələcək ağıllı şəhərlər üçün təməl ola bilər.

Nəticə

Ağıllı şəbəkələr operatorlar, istehlakçılar və ətraf mühit üçün əhəmiyyətli faydalar təklif edən enerji sektorunda əsas texnoloji təkamülü təmsil edir. Bu sistemlər enerjinin səmərəli idarə edilməsinə, bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyasına və itkilərin minimuma endirilməsinə imkan verir ki, bu da xərcləri azaltmağa və enerji infrastrukturunun dayanıqlığını artırmağa kömək edir. Real vaxt rejimində monitorinq və nəzarət etmək imkanı şəbəkədəki dəyişikliklərə tez reaksiya verməyə kömək edir ki, bu da onun etibarlılığını artırır və elektrik enerjisinin uzunmüddətli kəsilməsinin qarşısını alır.

Bununla belə, smart şəbəkələrin tətbiqi prosesi infrastrukturun modernləşdirilməsi üçün yüksək maliyyə xərcləri, kibertəhlükəsizlik təhdidləri və ixtisaslı mütəxəssislərin hazırlanması zərurəti də daxil olmaqla bir sıra çətinliklərlə bağlıdır. Bu cür layihələrin uğurla həyata keçirilməsi təhlükəsizlik, məlumatların qorunması və sistemin davamlılığı məsələlərinə hərtərəfli diqqət yetirməyi tələb edir. Bu çətinliklərə baxmayaraq, ağıllı şəbəkələrin xərclərə qənaət, ekoloji davamlılıq və xidmət keyfiyyəti baxımından təmin edə biləcəyi üstünlüklər onları enerji sistemlərinin gələcəyində mühüm addım edir. Uzunmüddətli perspektivdə daha səmərəli və təhlükəsiz enerji təchizatına nail olmaq üçün onların inkişafına və texnologiyaların təkmilləşdirilməsinə sərmayə qoymaq lazımdır.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. Иванова, А. В. "Интеллектуальные сети: вызовы и перспективы". 2020. Санкт-Петербург, с. 45-58.

2. Кузнецов, И. Н. "Будущее энергетических технологий: от традиционных источников к интеллектуальным сетям". 2018. Москва, с. 22-39.

3. Петров, Д. А. "Модернизация энергетической инфраструктуры: проблемы и решения". 2018. Екатеринбург, с. 87-102.

4. Green, P. D. "Renewable Energy Integration with Smart Grids". 2019. Oxford, p. 120-135.

5. Johnson, M. T. "Cybersecurity in Smart Grids: Challenges and Solutions". 2020. New York, p.150-165.

6. Smith, J. "Smart Grids: The Future of Energy Systems". 2017. London, p. 78-95.

BLOKÇEYN VƏ VEB 3.0: GƏLƏCƏYİN İNTERNETİNİN TƏHLÜKƏSİZ İNKİŞAFI

BLOCKCHAIN AND WEB 3.0: SECURE DEVELOPMENT OF THE FUTURE INTERNET

Asudə ABDURRAHMANOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID NO: 0000-0002-9648-792X

Şəbnəm NƏSİROVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID NO: 0000-0003-2387-0503

Nərmin ƏHMƏDOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID NO: 0000-0003-3410-1910

Səbinə ƏLİYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID NO: 0009-0001-6776-9776

XÜLASƏ

Günümüzdə sürətlə artan texnoloji yeniliklərin özü ilə bərabər gətirdiyi bir sıra problemlər Veb 3.0 texnologiyalarından istifadə zərurətini yaradır. Veb 3.0 texnologiyası Veb 2.0 texnologiyasının davamçısı kimi meydana gəlmişdir. Lakin, Veb 2.0 daha çox platforma kimi fəaliyyət göstərdiyi halda, Veb 3.0 məlumat sahibliyi və məxfiliyin fərdlərin əlində olduğu peer-to-peer şəbəkələrində işləyən proqramlardır. Başqa sözlə desək, Veb 3.0 proqram və saytların infrastrukturunda tətbiq edilən, süni intellekt və maşın öyrənmənin tətbiqi ilə istifadəçilər üçün fərdiləşdirilmiş məzmun yaratmağa imkan verən üçüncü nəsil internet xidmətləridir.

Veb 3.0-ın əsasını blokçeyn texnologiyası təşkil edir. Blokçeyn hər biri digərindən heş funksiyası ilə ayrılan, bir-birinə ardıcıllıqla bağlanan məlumat bloklarıdır. Bu texnologiya mərkəzləşdirilməmiş arxitekturaya malik olduğundan hər hansı blok sıradan çıxdığı halda, bu, digər bloklara təsir göstərmir. Ona görə də məxfilik və təhlükəsizlik Veb 3.0-da ön plana keçir.

Ümumiyyətlə, Veb 3.0 texnologiyasının blokçeynlə inteqrasiyası internet və veb saytların hücumlardan daha təhlükəsiz olmasına şərait yaradır. Blokçeyn və Veb 3.0 arasındakı əlaqə simbiotikdir, çünki blokçeyn Veb 3.0-ın mərkəzləşdirilməmiş vizyonu üçün təməl texnologiya rolunu oynayır.

Blokçeyn texnologiyası əməliyyatların şəffaf və daimi olmasını təmin edərək dəyişdirilməsi mümkün olmayan məlumatları təhlükəsiz formada saxlayır. Digər tərəfdən, Veb 3.0 istifadəçi məxfiliyini və məlumat autentifikasiyasını xüsusilə ön plana çəkir və mərkəzləşdirilməmiş texnologiyalardan istifadə etməklə istifadəçi məlumatlarının mərkəzi təşkilatlar tərəfindən idarə və istifadə edilməsinin qarşısını alır.

Aydındır ki, hər bir yeni texnologiyada olduğu kimi, blokçeyn və Veb 3.0-ın inteqrasiyası müxtəlif potensial problemlər yaradır:

- miqyaslanma;
- qarşılıqlı fəaliyyət;
- istifadəçi təcrübəsi.

Bu problemlər parçalanma, qarşılıqlı fəaliyyət mexanizmlərinin tətbiqi kimi innovativ həllər ilə aradan qaldırıla bilər.

Bununla əlaqədar olaraq məqalədə blokçeyn və Veb 3.0 texnologiyalarının gələcək üçün yeni imkanları, xüsusiyyətləri və əhəmiyyəti araşdırılmış, üstünlüklərlə yanaşı, diqqətlə idarə edilməli olan müəyyən qaçılmaz təhlükələr də qeyd edilmişdir. Məqalədə həmçinin, blokçeyn və Veb 3.0 texnologiyalarının sürətlə inkişaf etdiyi dövrdə onların potensialı dərindən araşdırılaraq mövcud ola biləcək təhlükələrin aradan qaldırılması yolları təyin edilmişdir.

Açar sözlər: Veb 2.0, Veb 3.0, blokçeyn, heş funksiyası, təhlükəsizlik.

ABSTRACT

Today, a number of problems caused by rapidly increasing technological innovations create the need to use Web 3.0 technologies. Web 3.0 technology emerged as a successor to Web 2.0 technology. However, while Web 2.0 functions more as a platform, Web 3.0 is a set of applications running on peer-to-peer networks where data ownership and privacy are in the hands of individuals. In other words, Web 3.0 is the third generation of internet services that are implemented on an infrastructure of applications and websites and allow the creation of personalized content for users through the application of artificial intelligence and machine learning.

At the heart of Web 3.0 is blockchain technology. A blockchain is a series of interconnected blocks of data, each separated by a hash function. Because this technology has a decentralized architecture, if one block fails, it does not affect other blocks. Therefore, privacy and security are at the forefront of Web 3.0. In general, the integration of Web 3.0 technology with blockchain makes the Internet and websites more secure from attacks. The relationship between blockchain and Web 3.0 is symbiotic, as blockchain serves as the foundational technology for the decentralized vision of Web 3.0.

Blockchain technology securely stores immutable data, ensuring that transactions are transparent and permanent. On the other hand, Web 3.0 emphasizes user privacy and data authentication, and uses decentralized technologies to prevent user data from being controlled and used by central organizations.

It is clear that, as with any new technology, the integration of blockchain and Web 3.0 poses various potential challenges:

- scalability;

- interoperability;

- user experience.

These problems can be overcome with innovative solutions such as the introduction of fragmentation and interoperability mechanisms.

In this regard, the article examines the new opportunities, features and importance of blockchain and Web 3.0 technologies for the future, and along with the advantages, certain inevitable threats that need to be carefully managed are also noted. The article also deeply examines the potential of blockchain and Web 3.0 technologies in the era of rapid development and identifies ways to eliminate possible threats.

Keywords: Web 2.0, Web 3.0, blockchain, hash function, security.

MİNGƏÇEVİR SU ANBARININ FLORA VƏ BİTKİLİYİ

b.ü.f.d.,Gunay Nəsibova

ORCID:0000-0001-6228-4852

Aynur Həsənova

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID:0009-0009-2940-8388

XÜLASƏ

Müasir dövrdə ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji sistemdə yabanı floranın qorunması, eləcə də səmərəli istifadəsi, yaxşılaşdırılması və idarə edilməsi problemlərinin elmi-praktiki əsaslarla həyata keçirilməsi məqsədilə geobotaniki tədqiqatlar mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Azərbaycanın Kür çayı sahili (Mingəçevir şəhəri ətrafı) bitki ekosisteminin rəngarəngliyi və zənginliyi ərazinin təbii şəraitinin müxtəlif olması, həmçinin uzaq floristik vilayətlərin təsiri altında formalaşması ilə əlaqədardır. Bununla bağlı müasir dövrdə biosenozun tərkibi olan fitosenozda tədqiqatların aparılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Növlərin təyini «Флора Азербайджана», "Конспект флоры Кавказа" əsərlərinə əsasən, bitki adlarının yazılmasında A.M.Əskərovun əsərindən istifadə edilmiş, taksonların adlandırılması isə Angiosperm Phylogeny Group tərəfindən hazırlanmış APG IV və IPNI (International Plants Name Index) sistemlərinə istinadən aparılmışdır.

Məqalədə Mingəçevirin su anbarının flora və bitkiliyinin müasir vəziyyəti barədə məlumat verilmişdir. Ərazi üçüncü dövr mənşəli olub, isti və quru bozqır iqliminə malikdir.

Aparılan tədqiqat zamanı məlum olmuşdur ki, bu regionda yarımsəhra, quru səhra bitki tipi, kollar, kolcuqlar və ağaclar qrupu, quru seyrək və tuqay meşələri (kiçik sahələrdə) formalaşmışdır. Ərazidə kserofit bitkilər daha geniş yayılmışdır. Su bataqlıq (çala-çəmən) bitkiliyi interzonal xarakter daşımaqla, yarımsəhra bitkiliyi arasında ləkələr şəklində, tuqay meşələri isə Mingəçevir dəryaçaları, kanal və axmazların kənarlarında rast gəlinir. Çay kənarlarında qarğı (*Arundo donax*), bataqlıq və sututar sahələrdə isə qamış (*Phragmites australis*) cəngəlliklər əmələ gətirirlər.

Ərazinin florasının birillik şoran bitkisi nümayəndələrindən yağlı şoran (*Salsola crassa*), qışotu (*Petrosimonia brachiata*) qış otlaqlarında geniş yayılmışdır. Qış otlaqlarında yovşanlı-şiyavlı *(Artemisieto- stipetum lessingiana)* və yovşanlı-ağotlu *(Artemisieto-bothriochloa ischaemum)* kimi bozqır tipli formasiyalar daha çox müşahidə edilir.

Yovşanlı formasiyaların bütün variantlarında soğanaqlı qırtıc *(Poa bulbosa* L.*)*, Yapon dəlicəotu *(Bromus yaponicus* Thunb.*)*, bərk quramit *(Lolium rigidum* Gaud*)*, şərq bozağı *(Eremopyrum orientall* (L.) Caub. EtSpach*)*, göy qarayonca*(Medicago caerulea* Less. Ex Ledeb.*)*, xırda qarayonca*(Medicago minima* L.) Bartolini*)*, sikuta durnaotu*(Erodium cicutarum* (L.) L'her.) və bu kimi efemer və efemeroid bitkilər üstünlük təşkil edirlər. Bu bitkilər yarımsəhralarda təbii landşaft yaradırlar.

Əldə olan monoqrafik ədəbiyyat materialları, herbari nüsxələrinin kameral analizi və regiondan topladığımız bitki nümunələrinə əsasən növ tərkibinə görə iri fəsilələrdən *Poaceae, Asteraceae, Brasigaceae, Fabaceae, Apiaceae*, az növ tərkibinə görə sonuncu yerləri isə *Amaryllidaceae, Piniaceae, Cyperassaceae, Ephedraceae, Typhaceae, Alismataceae, Potamogetonaceae* fəsilələri tutur.

Beləliklə, Mingəçevir su anbarının flora və bitkiliyini öyrənərkən məlum olmuşdur ki, bu regionda bir çox növlər öz areallarını müəyyən səbəblərdən qısaltmış, bəziləri isə tamamilə məhvolma təhlükəsi qarşısında qalmışdır.

Açar sözlər: Su anbarı, flora, bitkilik,botaniki qruplar,formasiya

ABSTRACT

In modern times, geobotanical studies are of great importance for the purpose of scientific and practical implementation of the problems of environmental protection and protection of wild flora in the ecological system, as well as efficient use, improvement and management.

The variety and richness of the plant ecosystem of the Kura River coast of Azerbaijan (near the city of Mingachevir) is related to the variety of natural conditions of the area, as well as its formation under the influence of distant floristic regions. In this regard, research in phytocenosis, which is part of biocenosis, is of great importance in modern times.

The designation of the species was based on the works "Flora Azerbaijan", "Conspekt flory Kavkaza", A.M. Askarov's work was used for writing the plant names, and the taxa were named with reference to the APG IV and IPNI (International Plants Name Index) systems developed by the Angiosperm Phylogeny Group.

The article provides information on the current state of the flora and vegetation of the Mingachevir reservoir. The area is of Tertiary origin and has a hot and dry steppe climate.

During the conducted research, it was found that semi-desert, dry desert plant type, group of shrubs, bushes and trees, dry sparse and tugai forests (in small areas) were formed in this region. Xerophytic plants are more widespread in the area. Swamp vegetation is of an interzonal character, and is found in the form of patches between semi-desert vegetation, and tugai forests are found on the edges of Mingachevir lakes, canals and streams. On the banks of rivers, they form thicket (*Arundo donax*), and reeds (*Phragmites australis*) in swampy and swampy areas.

Salsola crassa and winter grass (*Petrosimonia brachiata*) are widespread in the winter pastures. In winter pastures, steppe-type formations such as wormwood-licia (*Artemisieto-stipetum lessingiana*) and wormwood-agot (*Artemisieto-bothriochloa ischaemum*) are more often observed.

In all variants of wormwood formations, bulbous hornwort (*Poa bulbosa* L.), Japanese madder (*Bromus japonicus* Thunb.), rigid gouramite (*Lolium rigidum* Gaud), oriental cornflower (*Eremopyrum orientall* (L.) Caub. EtSpach), blue anemone (*Medicago caerulea* Less Ex Ledeb.), small alfalfa (*Medicago minima* L.) Bartholini), *Erodium cicutarum* (L.) L'her.) and similar ephemeral and ephemeroid plants prevail. These plants create a natural landscape in semi-deserts.

According to the monographic literature materials available, cameral analysis of herbarium copies and plant samples collected from the region, *Poaceae, Asteraceae, Brasigaceae, Fabaceae, Apiaceae from large families in terms of species composition, Amaryllidaceae, Piniaceae, Cyperassaceae, Ephedraceae, Typhaceae, Alismataceae, Potamogetonaceae* families occupy the last places in terms of species composition.

Thus, while studying the flora and vegetation of the Mingachevir reservoir, it became clear that many species in this region have shortened their ranges for certain reasons, and some are in danger of complete extinction.

Keywords: Reservoir, flora, vegetation, botanical groups, formation

SIFIR TULLANTI KONSEPSİYASI VƏ DAİRƏVİ İQTİSADİYYATIN TƏTBİQİ

Aysel Cəmil qızı Bayramova
Mingəçevir Dövlət Universiteti
ORCID ID: 009-008-6763-6616

XÜLASƏ

Bu məqalə sıfır tullantı konsepsiyasının mahiyyətini və dairəvi iqtisadiyyat modelinin ətraf mühitə və iqtisadiyyata təsirlərini araşdırır. Sıfır tullantı yanaşması, istehsal və istehlak proseslərində tullantıların minimuma endirilməsini və təkrar istifadənin maksimum dərəcədə təşviq edilməsini nəzərdə tutur. Dairəvi iqtisadiyyat modeli isə resursların davamlı istifadəsinə əsaslanaraq, tullantıların yeni xammal mənbəyi kimi qiymətləndirilməsini təmin edir.

Bu konsepsiyaların tətbiqi ekoloji problemlərin azaldılmasına, təbii ehtiyatların qorunmasına və iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına kömək edir. Xüsusilə, təkrar emal, ekodizayn və resursların effektiv idarə olunması kimi yanaşmaların sənaye və məişət səviyyəsində tətbiqi ekoloji dayanıqlılığın artırılmasına öz töhfəsini verir. Nəticədə, sıfır tullantı və dairəvi iqtisadiyyat prinsiplərinin geniş yayılması həm ekoloji, həm də sosial-iqtisadi baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: Sıfır tullantı, dairəvi iqtisadiyyat, tullantıların idarə edilməsi, təkrar emal, yenidən istifadəyə vermə, ekodizayn, kompostlaşdırma, plastik tullantılar, davamlı istehsal və istehlak, karbon izi, enerji səmərəliliyi, yaşıl iqtisadiyyat, təbii ehtiyatların qorunması, istehsalat tullantılarının azaldılması, davamlı inkişaf məqsədləri.

ABSTRACT

This article explores the essence of the zero-waste concept and the environmental and economic implications of the circular economy model. A zero-waste approach involves minimizing waste in production and consumption processes and promoting reuse as much as possible. The circular economy model, based on the sustainable use of resources, provides evaluation of waste as a new source of raw materials.

Application of these concepts helps to reduce environmental problems, protect natural resources and increase economic efficiency. In particular, the application of approaches such as recycling, eco-design and effective management of resources at the industrial and household level contributes to increasing environmental sustainability. As a result, the widespread adoption of zero-waste and circular economy principles is important both from an ecological and socio-economic point of view.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Gedik. Y (2020). “Döngüsel ekonomiyi anlamak: teorik bir çeerçive”. Turkish Business journal, 1(2), 110-137;

2. Önder. H (2018) . “Sürdürəbilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: Döngüsel ekonomi/endüstriyel sürdürəbilirlik” yaklaşımı. Avrupa Bilim ve Teknoloji dergisi, (27), 557-559;

3. Perey. R., Benn. S., Agarwall. R., Edwards. M. (2018). “The place of waste: Changing business value for the circular economy”. Business Strategy and the Environment, 25(5), 631-642;

4. Van Ewijk. S., Stegemann. J (2023). “An Introduction to Waste Management and Circular Economy”, UCL Press;

STEAM TEXNOLOGİYALARI İLƏ TƏBİƏT ELMLƏRİNİN MÜASİR TƏDRİSİ

MODERN TEACHING OF NATURAL SCIENCES WITH STEAM TECHNOLOGIES

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕПОДАВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК С ПАРОВЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Hüseynzadə Xəyalə

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0000-0002-5184-7477

Rəsulzadə Lalə

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0006-4096-4455

Mingəçevir, Azərbaycan

XÜLASƏ

Günümüzdə texnologiyanın inkişafı, elmi bilikləri sorğulayan, problemlərə həll yolları təklif edən fərdlərin əhəmiyyətini artırdı. Bu səbəbdən təhsil və təlimdə yeni və fərqli yanaşmalardan biri olan STEAM təhsili ön plana çıxmışdır. Bu tədqiqatda STEAM fəaliyyətləri təbiət elmləri sahələrində istifadə edilmişdir. Onun istifadəsi ilə bağlı tədiqatlar aparılmış və bu tədqiqatın əhəmiyyəti vurğulanmışdır. Bu tədqiqatlar qiymətləndirildikdə demək olar ki, STEAM təhsilinin inteqrasiyalı istifadəsi tələbələrə 21-ci əsr bacarıqlarını təmin etməklə yanaşı, onların elmi tədqiqat bacarıqlarını təkmilləşdirir, təbiət, mühəndislik və riyaziyyat fənlərinin mahiyyəti haqqında məlumatlılığı artırır.

Bundan əlavə, STEAM fəaliyyətləri ilə genişlənmiş elm savadlılıq sayəsində tələbələr 21-ci əsrin peşələrini bilməklə yaşadığımız dövrə uyğunlaşma bacarıqlarını inkişaf etdirə bilir. STEAM terminində əsas yeri tutan elm fizika, kimya və biologiya kimi bir çox dəqiq sahəni əhatə edir. 21-ci əsr bacarıqlarına yiyələnən tələbələr fənlərarası inteqrasiya etməni, öyrənilən məlumatın gündəlik həyatda tətbiq oluna bilən, birmənalı və daimi olmasını təmin edir. STEM tətbiqləri prosesində elmi tədqiqat bacarıqlarının tez-tez istifadə edilməsi tələb olunur. Çünki elmi tədqiqat bacarıqlarının inkişafı üçün STEAM tətbiqləri zamanı müxtəlif anlayışlarla marağı artırmaq, problem həlli zamanı araşdırmalar vasitəsilə verilənləri dizayn etmək vacibdir. Bu istiqamətdə, STEAM də istifadə olunan modellər 5E və 7E öyrənmə modelidir. Bu modellər vasitəsilə tədris proqramlarında müəllimlərin nəzərə almalı olduğu amillər ön plana çıxarılır və tədris daha effektiv olur.

Açar sözlər: STEAM, elm, texnologiya, tədris modeli.

ABSTRACT

In the contemporary era, the advancement of technology has led to an increased emphasis on individuals who challenge established scientific knowledge and propose innovative solutions to pressing problems. In response to this shift, STEAM education has emerged as a prominent approach in educational and training programs, offering novel and distinctive methods to address these challenges.This study focuses on the utilization of STEAM activities in the domain of natural sciences, a field that has witnessed significant research endeavors emphasizing the significance of this educational approach. A comprehensive evaluation of these studies indicates that the integrated utilization of STEAM education fosters the development of 21st-century competencies in students, enhances their scientific research aptitudes, and cultivates a more profound comprehension of the intricacies inherent in science, engineering, and mathematics.

Furthermore, the integration of science literacy with STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Math) activities enables students to cultivate the competencies necessary to thrive in the contemporary era by acquainting them with the 21st-century occupations. The scientific concepts embedded within the STEAM framework encompass numerous precise disciplines, including physics, chemistry, and biology. The acquisition of 21st-century skills fosters interdisciplinary integration, ensuring that the knowledge gained is applicable, unambiguous, and enduring in everyday life. Scientific research skills are frequently a prerequisite for engaging with STEM applications. The cultivation of scientific research skills necessitates the fostering of interest in a myriad of concepts through STEAM applications, and the formulation of data through research during problem-solving. In this regard, the 5E and 7E learning models have been employed in the context of STEAM. These models underscore the factors that teachers should consider in the curriculum, thereby enhancing the efficacy of teaching.

Keywords: STEAM, science, texnology, teaching model.

РЕЗЮМЕ

В современную эпоху развитие технологий привело к повышенному вниманию к людям, которые бросают вызов устоявшимся научным знаниям и предлагают инновационные решения насущных проблем. В ответ на этот сдвиг образование STEAM стало заметным подходом в образовательных и учебных программах, предлагая новые и уникальные методы решения этих проблем. Это исследование сосредоточено на использовании деятельности STEAM в области естественных наук, области, которая стали свидетелями значительных исследовательских усилий, подчеркивающих значимость этого образовательного подхода. Комплексная оценка этих исследований показывает, что комплексное использование образования STEAM способствует развитию у студентов компетенций 21-го века, повышает их способности к научным исследованиям и способствует более глубокому пониманию тонкостей, присущих науке, инженерному делу и математике.

Кроме того, интеграция научной грамотности с деятельностью STEAM (наука, технология, инженерия, искусство и математика) позволяет учащимся развивать компетенции, необходимые для процветания в современную эпоху, знакомя их с профессиями 21-го века. Научные концепции, встроенные в структуру STEAM, охватывают множество точных дисциплин, включая физику, химию и биологию. Приобретение навыков XXI века способствует междисциплинарной интеграции, гарантируя, что полученные знания будут применимы, однозначны и устойчивы в повседневной жизни. Навыки научных исследований часто являются необходимым условием для использования приложений STEM. Развитие навыков научных исследований требует стимулирования интереса к множеству концепций с помощью приложений STEAM и формулирования данных посредством исследований во время решения проблем. В связи с этим модели обучения 5E и 7E использовались в контексте STEAM. Эти модели подчеркивают факторы, которые учителя должны учитывать в учебной программе, тем самым повышая эффективность преподавания.

Ключевые слова: STEAM, наука, технологии, модель преподавание.

ƏDƏBİYYAT

6. Abacı, B. (2020). Bütünleştirilmiş FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM ile ilgili tutum ve öz yeterliklerine etkisinin incelenmesi. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi), Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

7. Saptarani, D., Widodo, A., & Purwianingsih, W. (2019). Biology teachers and high school students perceptions about STEM learning. Journal of Physics: Conference Series, 1157(4). https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1157/4/042007/pdf

8. Stewart, G. (2013). Physics: LeadingtheWay in STEM Education. ThePhysicsTeacher, 51(5), 263–263. https://doi.org/10.1119/1.4801347

9. Stohlmann, M., Moore, T. & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2(1), 28–34. Retrieved from: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=jpeer

YOL-NƏQLİYYAT HADİSƏLƏRİNİN ƏTRAF MÜHİTƏ MƏNFİ TƏSİRLƏRİ

Tünzalə ƏLİFOVA

müəllim, Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0000-4664-1223

Sevinc MƏMMƏDOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID ID: 0001-0075-0456-0110

XÜLASƏ

Yol-nəqliyyat hadisələri günümüzün arzu olunmaz hadisələridir. Hava şəraitinin yol hərəkəti təhlükəsizliyinə təsiri danılmazdır, yol şəraitinə, ətraf mühitə, insanlara və nəqliyyat vasitələrinə mənfi təsir göstərir. Çoxlu sayda nəqliyyat vasitəsi ilə ölümlə nəticələnən qəzalarda iştirak riskini azaltmaq üçün sürücülər əlverişsiz hava şəraitində sürəti hazırda olduğundan daha çox azaltmalıdırlar. Məqalə məqsədi baş vermiş yol-nəqliyyat hadisələrinin qarşısının alınması üçün effektiv vasitələrdən istifadə etməkdir.Yol təhlükəsizliyinə təhlükəsiz yanaşması bütün yol istifadəçiləri üçün təhlükəsiz nəqliyyat sistemini təmin etmək məqsədi daşıyır. Bu yanaşmanın təməl daşları təhlükəsiz yollar və yol kənarları, təhlükəsiz sürət, nəqliyyat vasitələri və hərəkət iştirakçılarıdır ki, bunların hamısı ölümlə nəticələnən qəzaları aradan qaldırmaq və ciddi xəsarətləri azaltmaq üçün həll edilməlidir. Məsələn, orta sürətdə hər 1% artım ölümcül qəza riskində 4% və ciddi qəza riskində 3% artım yaradır. Avtomobilin ön hissələrinin vurduğu piyadalar üçün ölüm riski sürətlə artır (50 km/saatdan 65 km/saata 4,5 dəfə). Avtomobildən avtomobilə yan təsirlərdə avtomobilin sərnişinləri üçün ölüm riski 65 km/saat sürətlə 85% təşkil edir. Təhlükəsiz nəqliyyat vasitələri qəzaların qarşısını almaqda və ciddi xəsarət alma ehtimalını azaltmaqda mühüm rol oynayır avtomobil istehsalçılarından ön və yan təsir qaydalarına riayət etmələrini, (həddindən artıq sükan idarəetməsinin qarşısını almaq üçün) bütün avtomobillərdə təhlükəsizlik yastıqları və təhlükəsizlik kəmərlərinin quraşdırılmasını təmin etməyi tələb etmək daxildir. Bu əsas standartlar olmadan həm avtomobildə olanlar, həm də avtomobildən kənarda olanlar üçün yol-nəqliyyat xəsarəti riski əhəmiyyətli dərəcədə artır.

Açar sözlər: nəqliyyat vasitəsi, təhlükəsizlik kəmərləri, yol şəraiti, effektiv vasitələr, avtomobil yolu

ABSTRACT

Traffic accidents are undesirable events of today. The impact of weather on road safety is undeniable, affecting road conditions, the environment, people and vehicles. To reduce the risk of being involved in multi-vehicle fatal crashes, drivers should slow down more than they currently do in inclement weather. The purpose of the article is to use effective means to prevent traffic accidents. The safe approach to road safety aims to provide a safe transport system for all road users. The cornerstones of this approach are safe roads and roadsides, safe speeds, vehicles and road users, all of which must be addressed to eliminate fatal crashes and reduce serious injuries. For example, every 1% increase in average speed creates a 4% increase in the risk of a fatal crash and a 3% increase in the risk of a serious crash. The risk of death for pedestrians hit by the front of a car increases rapidly (4.5 times from 50 km/h to 65 km/h). Safe vehicles play an important role in preventing accidents and reducing the likelihood of serious injury, including requiring car manufacturers to enforce frontal and side impact regulations, and ensuring that all vehicles have airbags and seat belts (to prevent oversteer). Without these basic standards, the risk of road traffic injury for both those inside and outside the vehicle increases significantly.

Keywords: vehicle, seat belts, road conditions, effective means, highway

VİRTUAL SERVER TEXNOLOGİYALARININ RƏQƏMSAL İNFRASTRUKTURUN İNKİŞAFINDA ROLU VƏ GƏLƏCƏK PERSPEKTİVLƏRİ

dosent Aidə Mübariz qızı Mustafayeva

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrasının müdiri

Bakı, İdarəetmə sistemləri İnstitutu

ORCID: 0000-0003-0801-5605

Günel Səfər qızı Baxşiyeva

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrasının müəllimi

ORCID: 0000-0002-2122-7859

Baş müəllim Elnur Oktay oğlu Xəlilov

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları mərkəzinin müdiri

ORCID: 0000-0003-1042-0749

Baş müəllim Zemfira Əhməd qızı Əliyeva

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrasının müəllimi

ORCID:0000-0002-5833-0075

Ceyhun Bəşir oğlu Əlizadə

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrasının müəllimi

ORCID:0000-0003-0051-7467

Səadət Rəfayıl qızı Aslanova

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrasının müəllimi

ORCID:0000-0002-5280-6941

XÜLASƏ

Təqdim olunan məqalədə virtual server texnologiyalarının inkişafı və müasir tətbiqləri araşdırılır. Virtual serverlər, ənənəvi fiziki serverlərə alternativ olaraq, infrastrukturun çevikliyini artırmaq, xərcləri azaltmaq və resurslardan daha səmərəli istifadəni təmin etmək məqsədilə geniş tətbiq olunur. Məqalədə virtual serverlərin biznes, dövlət idarəetməsi, səhiyyə, təhsil və texnologiya sahələrində istifadəsinə dair nümunələr təqdim edilir. Xüsusilə, DATA mərkəzlərinin idarə olunması, məlumatların qorunması və sistemlərin davamlılığının təmin edilməsi üçün bu texnologiyanın rolu təhlil olunur. Bununla yanaşı, virtual serverlərin qarşılaşdığı əsas problemlər təhlil edilir. Bunlara resursların qeyri-optimal istifadəsi, təhlükəsizlik riskləri və sistemlərin optimallaşdırılması məsələləri daxildir. Resursların bərabərsiz paylanması performans itkisinə səbəb ola bilər, həmçinin məlumatların sızması təhlükəsizlik baxımından ciddi problem hesab edilir. Bu risklərin qarşısını almaq üçün yeni şifrələmə texnologiyaları və əlavə təhlükəsizlik həlləri tətbiq olunur. Həmçinin DATA mərkəzlərinin optimallaşdırılması və dinamik resurs idarəetməsi məsələləri müzakirə edilir. Virtual server texnologiyalarının gələcək inkişaf perspektivləri arasında yüksək performanslı hesablama imkanlarının genişləndirilməsi, təhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi, "edge computing" və süni intellekt texnologiyalarının inteqrasiyası yer alır. Nəticə etibarilə, virtual server texnologiyalarının davamlı təkmilləşdirilməsi sayəsində daha səmərəli və təhlükəsiz virtual mühitlərin yaradılması, eləcə də əməliyyatların optimallaşdırılması gözlənilir.

Açar sözlər: virtual serverlər, resursların idarə edilməsi, təhlükəsizlik, verilənlər mərkəzləri, optimallaşdırma, "edge computing", süni intellekt.

GİRİŞ.

Virtual server texnologiyaları son illərdə rəqəmsal infrastrukturun əsas hərəkətverici qüvvəsi olmuşdur. Bu texnologiya, ənənəvi fiziki serverlərə alternativ olaraq, infrastrukturun elastikliyini artırır, xərcləri azaldır və mənbələrdən daha səmərəli istifadə imkanı yaradır. Virtualizasiya, müxtəlif biznes sahələrində və dövlət idarəetmə sistemlərində, habelə səhiyyə, təhsil və texnologiya kimi sahələrdə infrastrukturun modernləşdirilməsi məqsədilə geniş tətbiq olunur. Dünya miqyasında virtual server texnologiyalarının tətbiqi, çox böyük sürətlə yayılmaqdadır. Böyük və kiçik müəssisələr, təşkilatlar və dövlət strukturları texnologiyanın gətirdiyi faydalardan istifadə edirlər. Məsələn, ABŞ və Avropada virtual serverlər biznes əməliyyatlarının müstəqil və mütərəqqi şəraitdə reallaşdırılması üçün əsas təməl vasitəsi halına gəlmişdir. VMware[1], Microsoft Hyper-V[2] və KVM[3] kimi virtualizasiya platformaları, verilənlər mərkəzlərinin idarə edilməsində və eyni zamanda resursların effektiv istifadəsində geniş tətbiq olunur. Çoxsaylı məlumatlar, həssas məlumatların qorunması, eləcə də biznes davamlılığı (disaster recovery) kimi məsələlərin həlli üçün virtual serverlər əvəzolunmaz vasitədir. Bundan əlavə, bulud xidmətlərinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq virtual server texnologiyaları, Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure və Google Cloud kimi bulud platformalarından istifadə edərək müxtəlif miqyaslı müştərilərə xidmət etməyə imkan verir. Virtual serverlərin təqdim edilməsi, resursların asan miqyaslandırılması, sistemlərin səmərəli idarə olunması və yüksək dözümlülük kimi imkanları ilə biznes üçün cazibədar həllər təqdim edir (Mustafayeva, 2024, s.88).

Azərbaycan bu texnologiyanın tətbiqində daha yeni bir mərhələyə qədəm qoymuşdur. Artıq bir çox dövlət və özəl sektorda virtual server texnologiyalarından istifadə edilir. Respublikada bulud texnologiyalarının tətbiqinin artırılması və rəqəmsal dövlət xidmətləri sahəsində həyata keçirilən islahatlar da virtual serverlərin əhəmiyyətini daha da artırmışdır. Ölkədə informasiya texnologiyaları (İT) sektorunun sürətli inkişafı və özəl müəssisələrin innovasiya yönümlü fəaliyyətləri virtual serverlərin daha geniş yayılmasına imkan yaratmışdır. Xüsusilə dövlət qurumlarının elektron idarəetmə sistemlərində virtual serverlərdən istifadə edilərək, resurslarının effektiv idarə edilməsi və müvafiq xidmətlərin sürətli təqdim edilməsi təmin olunmaqdadır. Azərbaycanın müasir iqtisadi strukturlarına uyğun olaraq, çoxsaylı sahələrdə (məsələn, bankçılıq, ticarət, səhiyyə və təhsil) virtual server texnologiyalarının istifadə edilməsi, həm lokal, həm də beynəlxalq rəqabətə davamlılığın artırılması baxımından mühüm rol oynamaqdadır. Müxtəlif ərazilərdəki DATA mərkəzləri və server parklarının idarə olunması, ölkə iqtisadiyyatı üçün gəlirli iş sahələrindən biri halına gəlməkdədir (Mustafayeva, 2023, s.136).

Elmi araşdırmalar virtual server texnologiyalarının gələcəyinin çox perspektivli olduğunu göstərir. Hal-hazırda virtualizasiya texnologiyalarının daha da inkişafı üçün müxtəlif istiqamətlərdə təkmilləşdirmələr həyata keçirilməkdədir. Bu inkişaflar yüksək performanslı hesablama, təhlükəsizlik həlləri, daha çevik bulud sistemləri və proqramlaşdırma imkanlarını əhatə edir. Məsələn, genişmiqyaslı bulud verilənlər mərkəzlərinin inkişafı və resursların effektiv paylanması üçün inkişaf etmiş virtual server platformaları əhəmiyyət kəsb edir. "Edge computing" kimi yeni texnologiyalar da virtual server texnologiyalarına əlavə dəstək verir və real vaxtda məlumat işlənməsi üçün yeni imkanlar yaradır. Həmçinin, blokçeyn və süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi ilə daha təhlükəsiz və effektiv virtualizasiya həllərinin inkişaf etdirilməsi gözlənilir. Rəqəmsal infrastrukturun inkişafında bu texnologiyaların daha da artan rolu, müasir əməkdaşlıq və məhsuldarlıq mühitlərini formalaşdıracaq, avtomatlaşdırılmış sistemlərin daha geniş tətbiqinə imkan yaradacaqdır (Mustafayeva A.M., 2023, s. 56).

[1] *VMware: Virtual Machine Ware*
[2] *VMware: Virtual Machine Ware*
[3] *KVM: Kernel-based Virtual Machine*

Beləliklə, virtual server texnologiyalarının tətbiqi dünyada və Azərbaycanda ciddi inkişaf mərhələlərinə qədəm qoymuşdur. Bu texnologiya rəqəmsal infrastrukturun gücləndirilməsində və səmərəli idarə olunmasında əvəzolunmaz vasitə olmuşdur. Gələcəkdə daha çox optimallaşdırma, təhlükəsizlik və hesablama gücü təmin edilməsi məqsədilə bu texnologiyanın daha da təkmilləşdirilməsi gözlənilir.

Problemin qoyuluşu və həlli.

Virtual server texnologiyalarının inkişafı müasir rəqəmsal infrastrukturun yaradılması və optimallaşdırılmasında böyük əhəmiyyətə malikdir. Lakin bu texnologiyaların tətbiqi bir sıra struktural və əməliyyat məsələlərini gündəmə gətirir. Ən mühüm problemlərdən biri, resursların səmərəli idarə edilməsi ilə bağlıdır. Virtual mühitlərdə resursların qeyri-optimallaşdırılması, bu resursların qeyri-bərabər paylanması və virtual maşınlar arasında yüklərin düzgün bölüşdürülməməsi performansın zəifləməsinə və resurs israfına gətirib çıxara bilər. Bu problemlər, xüsusilə geniş miqyaslı sistemlərdə daha da qabarıq şəkildə özünü göstərir (Alguliyev, 2013, s.257).

Bundan başqa, virtual server mühitlərində təhlükəsizlik məsələləri mühüm narahatlıqlara səbəb olur. Çünki, virtual mühitdə verilənlər bir neçə istifadəçi arasında paylaşılaraq, məlumat oğurluğu və sızmalar kimi təhlükəsizlik təhdidlərini artırır. Bununla bağlı, virtualizasiya mühitləri üçün məlumatların qorunması və gücləndirilmiş şifrələmə metodlarının tətbiqinə zərurət yaradır. Təhlükəsizliyin təkmilləşdirilməsi məqsədilə Virtual Private Network (VPN), İntrusion Detection System (IDS) və İntrusion Prevention System (IPS) kimi yeni metod və texnologiyaların inteqrasiyası gündəmə gəlir.

Verilənlər mərkəzlərinin optimallaşdırılması da fundamental məsələlərdən biridir. Müasir virtual server texnologiyalarında verilənlər mərkəzləri geniş miqyaslı məlumatların emalı və yüksək performanslı xidmətlərin təmin edilməsi üçün optimal şəkildə idarə olunmalıdır. Bu məsələdə problemlər, əsasən, yüksək trafik həcmi və yüksək miqdarda resurs tələb edən iş yükü ilə əlaqəli olaraq meydana çıxır. Belə hallarda server parklarının optimallaşdırılması və dinamik olaraq resursların tələblərə uyğun tənzimlənməsi zəruridir.

Məlumat mərkəzləri və server infrastrukturlarının optimallaşdırılması ilə yanaşı, virtual serverlərin idarə edilməsi zamanı yüksək əməliyyat xərcləri də ciddi problemlərdən biridir. Bu xüsusilə, qeyri-effektiv resurs istifadəsi və resursların idarə edilməsində yaranan optimallaşdırılmamış idarəetmə metodlarının nəticəsi olaraq ortaya çıxır. Xərclərin optimallaşdırılması və resurslardan istifadə vaxtlarının azaldılması müasir virtual server texnologiyalarında ön planda olan tədqiqat sahələrindəndir (Nagesh, 2017, s.1328)

Bu məsələlərin həlli üçün müasir alqoritmlar və metodlardan istifadə olunur. Resursların optimallaşdırılması üçün dinamik miqyaslandırma və yük balansı metodları tətbiq edilir. Bu yanaşmalar, tələb əsasında resursların azaldılması və ya artırılması ilə performansın yüksək səviyyədə qalmasını təmin edir. Eyni zamanda, avtomatlaşdırma və süni intellekt texnologiyalarının inteqrasiyası ilə server resurslarının daha effektli idarə olunması və təhlükəsizlik risklərinin minimuma endirilməsi məqsədinə xidmət edilir. Bu texnologiyalar, məlumat mərkəzlərində əhəmiyyətli dəyişikliklərə səbəb olur və əməliyyat proseslərini daha da dinamik və effektiv hala gətirir.

Qlobal miqyasda bu məsələlərə dair araşdırmaların davam etməsi, virtual server texnologiyalarının gələcək perspektivlərinin daha geniş tətbiqlərə və inkişaf sahələrinə yol açacağına işarə edir.

Cədvəl 1-də virtual server texnologiyalarının tətbiqi ilə əlaqədar mövcud problemlər, onların təhlili və təhsil sistemində real praktik nümunələr göstərilir. Cədvəldə həm problemlər, həm də onların həlli metodları ilə əlaqədar təhsil sahəsində istifadə olunan serverlər (məsələn, VMware, Microsoft Hyper-V) nəzərə alınmışdır.

Cədvəl 1.

ss	Problem	Təhlil	Real praktik Nümunə	Həll yolları
1	**Resursların qeyri-optimal istifadəsi**	Virtual mühitlərdə resurslar bəzən qeyri-bərabər paylanılır, nəticədə performansda itkilər olur.	Təhsil müəssisələrində, məsələn, universitet server mərkəzlərində, resursların balanssız paylanması zamanı müxtəlif proqram təminatları arasında resurs çatışmazlığı baş verə bilər (VMware infrastrukturları).	Dinamik resurs miqyaslandırma (auto-scaling), resursların tələblərə uyğun olaraq tətbiqi, tərtib edilmiş yüklər əsasında yaxşılaşdırılmış yük balansı tətbiqi.
2	**Təhlükəsizlik məsələləri**	Virtual mühitdə məlumatların qorunması çətinləşir, çünki virtual maşınlar arasında məlumat mübadiləsi riski vardır.	Təhsil mühitlərində, məsələn, tələbə məlumat bazası və online dərslər arasında məlumatların sızması riski ilə qarşılaşmaq olar (Hyper-V və ya KVM serverlərində).	Virtual mühitlərdə şifrələmənin təkmilləşdirilməsi, VPN və IDS/IPS təhlükəsizlik alətlərinin tətbiqi, gücləndirilmiş autentifikasiya və icazə idarəsi.
4	**Verilənlər mərkəzlərinin optimallaşdırılması**	Verilənlər mərkəzlərində resurs çatışmazlığı və qeyri-effektiv paylanma halları sistemi yavaşlada bilər.	Universitetlərin Virtual Tələbə Əməkdaşlıq Platformalarında verilənlər mərkəzində yığılma və qeyri-optimal resurs istifadəsi ilə əlaqədar problem (VMware ESXi serverlərində).	Verilənlər mərkəzlərində yeni texnologiyaların tətbiqi: Data Deduplication, High Availability (HA), yüksək miqyaslı serverləri optimallaşdırmaq üçün alqoritmaların tətbiqi.
5	**Proseslərin avtomatlaşdırılmaması**	Virtual maşınlarda proseslər çox vaxt əl ilə idarə olunur, bu da səhvlərə yol açır və məhsuldarlığı azaldır.	Təhsil müəssisələrinin İT sahələrində resursların əl ilə idarə edilməsi zamanı yaranan əməliyyat səhvləri (Hyper-V) və bunun təhsil platformalarının davamlılığına təsiri.	Süni intellekt və alqoritmalar əsasında proseslərin avtomatlaşdırılması, məsuliyyət sahələrinin optimallaşdırılması, bulud əsaslı avtomatik tənzimləmə xidmətləri.

Virtual server texnologiyalarının gələcək perspektivləri mövcud imkanları və cəmiyyətin texnoloji inkişafını əhatə edən çox geniş bir sahəni təşkil edir. Bu texnologiyalar inkişaf etdikcə, daha çevik, miqyaslana bilən və təhlükəsiz virtual mühitlərin yaradılmasına imkan yaradır (Winarno, 2016, s. 1061). Virtualizasiya texnologiyalarının gələcəkdə daha da təkmilləşməsi, müxtəlif sektorlarda əməliyyatların optimallaşdırılması, sərfəli resurs istifadəsi və daha az əməliyyat xərcləri ilə nəticələnə bilər. Bundan əlavə, virtual serverlərin gələcəyini formalaşdıracaq bir neçə əsas perspektiv mövcuddur:

- Cloud və hibrid virtualizasiya sistemləri.
- Avtomatlaşdırma və süni intellekt.
- Təhlükəsizlik və məlumatların qorunması
- Kvant hesablama texnologiyalarının inteqrasiyası
- Sərhədsiz resurs idarəetməsi və İnternet of Things (IoT) inteqrasiyası.
- Enerji səmərəliliyi və Ekoloji təsir.
- Verilənlərə əsaslanan qərar qəbuletmə.
- Mikroservislər və Konteynerləşdirmə.

Gələcəkdə bulud əsaslı xidmətlərin daha da inkişaf edəcəyi və virtual serverlərin bu mühitlərdə daha səmərəli şəkildə işləyəcəyi gözlənilir. Bu, fərdi və korporativ istifadəçilər üçün daha geniş miqyaslı bulud təkliflərinin yaranmasına şərait yaradacaq. Hibrid bulud modelləri, özəl və ictimai bulud resurslarını birləşdirərək müştərilərə daha çevik və etibarlı virtual serverlər təqdim edəcək. Bununla yanaşı, inteqrasiya edilmiş bulud mühitləri əhəmiyyət kəsb edəcək, optimal təcrübə yaratmaq üçün inkişaf etdiriləcək. Süni intellekt və alqoritmlərin inteqrasiyası, virtual serverlərin idarə edilməsini daha səmərəli edəcək, xidmətlərin daha sürətli və etibarlı şəkildə təmin edilməsinə şərait yaradacaq. Bu yanaşma, resursların dinamik idarə edilməsini, məsələn, yük balanslaşdırılması və miqyaslandırılmasını asanlaşdıracaq, əməliyyat səhvlərini azaldacaq və yüksək performanslı sistemlərin qurulmasına imkan verəcək. Virtual server texnologiyalarının inkişafı ilə əlaqədar təhlükəsizlik məsələləri də daha da vacib hala gələcək. Şifrələmə və autentifikasiya metodlarının təkmilləşməsi, məlumatların qorunmasına dair yeni strategiyaların tətbiqi, eləcə də virtual mühitlərdə tədqiq edilən təhlükəsizlik təhdidlərinin qarşısının alınması üzərində daha çox diqqət cəmlənəcək. Ayrıca, verilənlərin bərpası və idarə edilməsi sahəsində yeniliklərdən istifadə ediləcək. Kvant hesablama texnologiyalarının inkişafı, virtual serverlərin performansını və səmərəliliyini artıracaq. Kvant kompüterlər, mürəkkəb hesablama işlərinin sürətlə həll edilməsini və serverlərdə istifadə olunan şifrələmə üsullarının daha güclü hala gəlməsini təmin edəcək. İnternet of Things (IoT) sistemləri ilə inteqrasiya, virtual serverləri daha çox tətbiqlərə yönəldəcək və bu cihazların yaratdığı böyük verilənlərin emalını asanlaşdıracaq. Bu texnologiya daha çevik, optimallaşdırılmış və elastik şəbəkələrin qurulmasına imkan verəcək.Enerji səmərəliliyini artırmaq üçün virtual serverlər daha kiçik ölçülü və yüksək miqyaslana bilən strukturlardan istifadə edəcək. Ekoloji təmiz server qurğuları və bulud mərkəzləri tətbiq edilərək virtual serverlər həm çevik, həm də ekoloji cəhətdən dayanıqlı olacaq. Verilənlərə əsaslanan qərar qəbuletmə sistemləri, virtual server mühitlərindəki məlumatlar və alqoritmalar vasitəsilə dəqiq və məqsədəuyğun qərarların qəbul edilməsinə kömək edəcək. Bu yanaşma təhsil, səhiyyə, biznes və dövlət sahələrində daha səmərəli qərarlar verilməsinə imkan yaradacaq. Son olaraq, mikroservislər və konteynerləşdirmə texnologiyaları, virtual serverlərin çox miqyaslı və müasir şəkildə idarə edilməsini təmin edəcək, resursların daha effektiv istifadəsini və yüksək elastikliyi dəstəkləyəcək. Bu yanaşmalar proqram təminatlarının kiçik və izolyasiya olunmuş hissələrə bölünməsinə kömək edəcək.

Beləliklə, Virtual server texnologiyalarının gələcək perspektivləri, inkişafda olan müasir tendensiyaları və tələb olunan texnoloji yenilikləri əhatə edir. Gələcəkdə, bu texnologiyaların daha çevik, təhlükəsiz və səmərəli şəkildə tətbiqi ilə əlaqədar daha inkişaf etmiş həllərin təqdim edilməsi gözlənilir. Bu yanaşmalar təhsil sistemindən başlayaraq, biznes və dövlət idarəçiliyi sahələrinə qədər bir çox sektorda performansı artıracaq, xərc və resurs israfını minimuma endirəcək. Bu inkişafın əsas dayaqları isə yüksək texnoloji innovasiyalar və metodlardan, xüsusilə süni intellekt, bulud əsaslı sistemlər və IoT olacaq.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Azərbaycan Respublikasının informasiya təhlükəsizliyi və kibertəhlükəsizliyə dair 2023–2027-ci illər üçün Strategiyası, 28 avqust 2023.

https://static.president.az/upload/Files/2023/08/29/80f2ffe2545b66274d2eed810cc704d4_5019787.pdf

2. Mustafayeva A.M . Şəbəkə təhlükəzisliyi. Dərslik. Bakı: Mütərcim, 2024. 308 s.

3. Mustafayeva A.M., Nuriyeva V.A.Bulud hesablama texnologiyalarında süni intellektin tətbiqilə verilənlərin mühafizəsi.HODJA AKHMET YASSAWI 7. International Congress on Scientific Research Mingachevir State University, Azerbaijan. 24-25 fevral, 2023

https://www.yesevikongresi.org/_files/ugd/614b1f_4967da35895c4ec5b36242a86e7b7f16.pdf

4. Mustafayeva A.M., Əliyeva A.Ə., Nəsirova Ş.S., Əlizadə C.B., Aslanova S.R. Bulud və mobil texnologiyalar: əsasları, imkanları və təhlükələri."6-cı CODE Beynəlxalq Bakı 2023" mövzusunda inkişaf etməkdə olan sahibkarların Beynəlxalq konfransı. AzTU, İMAQ, İslamabad Vəqf Universiteti. 05 may 2023.

https://code-international.com/wp-content/uploads/2023/05/Conference-Book-2023.pdf

5. Alguliyev R.M., Alekperov R.K. Cloud Computing: Modern State, Problems and Prospects // Telecommunications and Radio Engineering, 2013, vol.72, no.3, pp. 255-266

6. Nagesh, O. S., Kumar, T., & Venkateswararao, V. (2017). A survey on security aspects of server virtualization in cloud computing. International Journal of Electrical & Computer Engineering, 7(3), 1326-1336.

7. Winarno, I., Okamoto, T., Hata, Y., & Ishida, Y. (2016). A resilient server based on virtualization with a self-repair network model. International Journal of Innovative Computing Information and Control, 12(4), 1059-1071. MACE 2020 Journal of Physics: Conference Series

KRIPTOQRAFIK MÜHAFIZƏ METODLARININ TƏHLILI VƏ TƏDQIQI

Əmiraslanova Rəsmiyyə İsrayıl qızı

Dissertant, baş müəllim, Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID: 0000-0001-5181-706x

XÜLSƏ.

Son dövrdə sürətlə dəyişən rəqəmsal mühitdə məlumatların etibarlı mühafizəsini təmin edərək həm müasir, həm də gələcək təhdidlərə effektiv şəkildə qarşı çıxacaq və həmçinin istifadəçi məlumatlarının qorunmasını gücləndirəcək kriptoqrafik texnologiyaların inkişafı vacıb məsələlərdəndir. Lakin, kvant kompüterlərinin inkişafı, kiberhücumların mürəkkəbliyi və intensivliyi bu sistemləri təhdid edir. Bu səbəbdən, daha güclü və davamlı şifrələmə metodlarının inkişafı zəruridir. Bu baxımdan, bu məsələnin həllində kriptoqrafik sistemlərin yaradilması üçün davamlı tədqiqatların aparılması əsas vasitədir. Məqalədə kompüter riyaziyyatı sahələrinə istinad edərək kriptoqrafik alqoritmlərin inkişafında istifadə olunan kriptoqrafik-riyazi metodların tapılması, işlənib hazırlanması və həyata keçirilməsi və həmçinin, süni intellekin köməyilə ilə daha güclü və çevik təhlükəsizlik sistemlərinin yaradılması barədə ətraflı məlumat verilir. Məqalə həmçinin çoxfaktorlu autentifikasiya və biometrik sistemlərin tətbiqini təklif edir, bununla da istifadəçi məlumatlarının qorunması gücləndirilir[3]. Xüsusilə, kriptoqrafiya, kompüter riyaziyyatı və süni intellektin birləşdirilməsi ilə məlumatların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün daha güclü və çevik təhlükəsizlik sistemlərinin yaradılmasına imkan verəcək və kvant hücumlarına qarşı yeni şifrələmə metodlarının inkişafı informasiya təhlükəsizliyinin təmin olunmasında irəliləyişlərə gətirib çıxaracaqdır.

Açar sözlər: kriptoqrafiya, məlumat təhlükəsizliyi, kompüter riyaziyyatı, şifrələmə metodları, kvant kompüterləri.

GIRIŞ.

Müasir cəmiyyət rəqəmsal texnologiyalardan getdikcə daha çox asılıdır və bu, onlayn ötürülən və saxlanılan məlumatların mühaifzəsi ehtiyacını yaradır. Rəqəmsal iqtisadiyyatın, əşyaların internetinin və böyük verilənlərin inkişafı ilə informasiyanın icazəsiz girişdən qorunmasının əhəmiyyəti daha da artır. Bu gün informasiya təhlükəsizliyinin əsasını kriptoqrafik metodlar təşkil edir ki, onların çoxu mürəkkəb riyazi alqoritmlər və nəzəriyyələr üzərində qurulur. Kriptoqrafiya autentifikasiya, bütövlük, məxfilik və icazəsiz istifadəçilər üçün məlumatların əlçatmazlığına imkan verir[1]. Bununla belə, artan hesablama gücü, kvant kompüterlərinin yaranması və sürətlə artan kiberhücum təhlükəsi kimi müasir çağırışlar məlumatların qorunması vəzifəsini getdikcə çətinləşdirir. Kriptoqrafiya sadə şifrələmə üsullarından kriptoqrafik-riyazi üsullara əsaslanan mürəkkəb alqoritmlərə qədər əhəmiyyətli inkişaf yolu keçmişdir. Bu gün elliptik əyri alqoritmləri, RSA alqoritmləri və ədədlər nəzəriyyəsi alqoritmləri kimi simmetrik və asimmetrik kriptoqrafik alqoritmlərdən geniş istifadə olunur. Bu alqoritmlər həlli üçün böyük hesablama resursları tələb edən mürəkkəb riyazi problemlərə əsaslanır ki, bu da onları haker hücumlarına qarşı daha davamlı edir. Məsələn, asimmetrik şifrələmə böyük ədədlərin faktorinqi və ya diskret loqarifmlərin hesablanması kimi riyazi problemlərə əsaslanan açar cütlərinin yaradılması və idarə olunmasını tələb edir. Klassik kompüterlərdə bu tapşırıqlar praktiki olaraq qeyri-mümkündür, bir şərtlə ki, kifayət qədər açar uzunluğu istifadə olunsun, bu da onları informasiyanın qorunması üçün effektiv edir[2]. Bununla belə, çətinliklər də var. Kvant hesablamalarının yaranması qarşıdakı onilliklərdə ənənəvi kriptoqrafik metodları təhdid edə bilər, çünki kvant kompüterləri bir çox müasir kriptoqrafik alqoritmlərin əsasını təşkil edən problemləri tez həll edə bilir. Bu, kvant kompüterlərinin hücumlarına davamlı olması lazım olan post-kvant kriptoqrafiyasının inkişaf etdirilməsinə ehtiyac yaradır. Üstəlik, təhlükəsizliyin və performansın tarazlaşdırılmasına daimi ehtiyac var, çünki daha təhlükəsiz üsullar daha çox hesablama resursları və emal vaxtı tələb edir. Məlumatların qorunmasının

kriptoqrafik-riyazi üsulları bu problemlərin həllində əsas rol oynayır, təhlükəsiz rəqəmsal mühitin yaradılması üçün alətlər təqdim edir.

PROBLEMIN QOYULUŞU.

İnformasiya təhlükəsizliyi ilə bağlı müasir təhdidlərin mürəkkəbliyi məlumatların mühafizəsinin kriptoqrafik riyazi üsullarının daim təkmilləşdirilməsini tələb edir. Kriptoqrafik-riyazi üsullar tədqiqat və təkmilləşdirmənin əsas sahələrindən biridir, çünki onlar kvant hesablamalarının potensial təhlükələri də daxil olmaqla, yeni hücum növlərinə davamlı sistemlər qurmağa imkan verir. Həyatın bütün sahələrinin - maliyyədən tibbə qədər - rəqəmsallaşması kontekstində daha effektiv kriptoqrafik alqoritmlərin hazırlanması və tətbiqi informasiya təhlükəsizliyinin mühüm şərtinə çevrilir. Məlumatların qorunmasının müasir kriptoqrafik üsulları getdikcə daha mürəkkəb informasiya təhlükəsizliyi təhdidləri və hesablama gücünün artması ilə bağlı ciddi problemlərlə üzləşir. Bir tərəfdən, ənənəvi kriptoqrafik-riyazi alqoritmlər, məsələn, RSA və elliptik əyri alqoritmlər, mövcud hücumların əksəriyyətinə effektiv şəkildə müqavimət göstərir. Digər tərəfdən, kvant hesablamalarının sürətli inkişafı yaxın gələcəkdə bu metodların bir çoxunu təhdid edə bilər, çünki kvant kompüterləri faktorizasiya və diskret loqarifm məsələlərini klassik kompüterlərə nisbətən daha sürətli həll etməyə qadirdir. Bu, kvant kompüterlərinin hücumlarına davamlı yeni kriptoqrafik alqoritmlərin hazırlanmasına təcili ehtiyac yaradır və onların riyazi əsaslarının dərin təhlilini tələb edir. Bu halda, təhlükəsizlik səviyyəsi ilə alqoritmlərin performansı arasındakı tarazlığı nəzərə almaq lazımdır, çünki daha mürəkkəb metodlar əhəmiyyətli hesablama resursları tələb edə bilər. Beləliklə, problem sürətlə dəyişən rəqəmsal mühitdə məlumatların etibarlı mühafizəsini təmin edərək həm müasir, həm də gələcək təhdidlərə effektiv şəkildə qarşı çıxacaq kriptoqrafik-riyazi metodların tapılması, işlənib hazırlanması və həyata keçirilməsidir.

KRIPTOQRAFIYA NƏDIR.

Mövcud problemləri, üsulları və metodları təhlil etməzdən əvvəl kriptoqrafiyanın təhlilini nəzərdən keçirək. Kriptoqrafiya (ingilis dilindən *kriptoqrafiya*) şifrələmə və məlumatların mühafizəsi ilə məşğul olan kibertəhlükəsizlik sahəsidir. Sadə dillə desək, rəqəmsal dünyada məxfiliyi və məlumatların bütövlüyünü təmin edərək, məlumatları şifrələnmiş formaya çevirmək üçün mürəkkəb alqoritmlərdən istifadə edir. Kriptoqrafik şifrələmə şəxsi və maliyyə məlumatlarının qorunmasında, onlayn təhlükəsizliyin təmin edilməsində və kiber təhlükələrdən qorunmasında mühüm rol oynayır. Bu kriptoqrafiyanın əsas vəzifəsidir. Kriptoqrafik informasiya təhlükəsizliyi məlumatların məxfiliyini, bütövlüyünü, autentifikasiyasını və əlçatanlığını təmin etmək üçün kriptoqrafik üsul və alqoritmlərdən istifadə prosesidir [2]. O, məlumatı icazəsiz girişdən, dəyişikliklərdən və digər kiber təhlükələrdən qorumaq üçün istifadə olunur. Kriptoqrafiyanın əsas konsepsiyaları cədvəl 1-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 1. Kriptoqrafiyanın əsas konsepsiyaları

Konsepsiyalar	Təsvir
Şifrələmə	Məxfiliyi təmin etmək üçün məlumatların şifrələnmiş formaya çevrilməsi prosesi
Şifrənin açılması	Şifrələnmiş məlumatların orijinal formasına qaytarıldığı əks proses
Açar	Məlumatları çevirmək üçün şifrələmə alqoritmində istifadə edilən gizli məlumat
Kriptoqrafik protokol	Təhlükəsiz kriptoqrafik əməliyyatları yerinə yetirmək üçün addımlar və qaydalar toplusu
SSL/TLS protokolu	Protokollar İnternet üzərindən ötürülən məlumatların şifrlənməsini təmin edərək təhlükəsiz əlaqə təmin edir
Əsas idarəetmə	Təhlükəsizlik üçün şifrələmə açarlarının yaradılması, saxlanması və idarə edilməsi prosesi

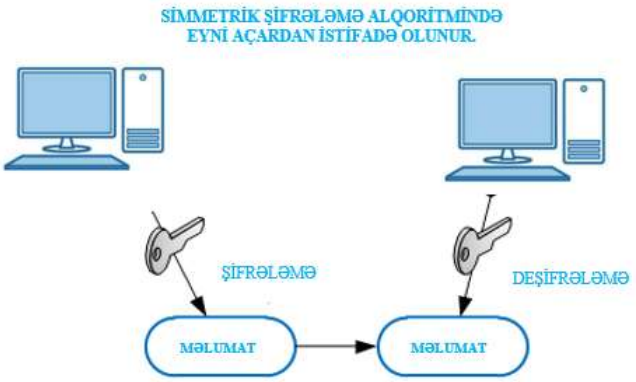
Konsepsiyalar	Təsvir
Kriptoqrafik vasitələr	Kriptoqrafik məlumatların mühafizəsinin həyata keçirilməsi üçün alətlər, üsullar və alqoritmlər

Kriptoqrafiyada şifrələmə alqoritmlərinin iki əsas növü simmetrik və assimmetrik şifrələmədir:

1. **Simmetrik şifrələmə**: Bu üsulda məlumatın şifrələnməsi və açılması üçün eyni açar istifadə olunur. Həm göndərici, həm də alıcı eyni açara malik olmalıdır. Simmetrik şifrələmədə məlumat sürətli şəkildə şifrələnir və açılır, lakin açarların ötürülməsi problemi təhlükəsizlik riskləri yarada bilər. DES, AES və RC4 kimi alqoritmlər buna nümunədir.

2. **Assimmetrik şifrələmə**: Burada məlumatı şifrələmək və açmaq üçün iki fərqli açar – açıq açar və gizli açar – istifadə olunur. Açıq açar şifrələmə üçün, gizli açar isə açma üçün istifadə olunur. Bu üsulda açarların ötürülməsi daha təhlükəsizdir, çünki gizli açar yalnız sahibində qalır. RSA, ElGamal və ECC kimi alqoritmlər assimmetrik şifrələməyə nümunədir.

Simmetrik alqoritmlər, verilənləri həm şifrələmək, həm də deşifrə etmək üçün eyni məxfi açardan istifadə edirlər. Simmetrik şifrələmənin nümunəsi onun maliyyə əməliyyatlarında və onlayn ödənişlərdə tətbiqidir. Bununla belə, bu cür alqoritmlər açar iyləmə hücumlarına qarşı həssasdır. Bu halda təcavüzkarlar şifrələnmiş məlumatlara giriş əldə edirlər (şəkil 1).



Şəkil 1. Simmetrik şifrələmə alqoritminin sxemi

Təhlükəsizlik problemini iki açardan istifadə edərək həll edən **asimmetrik alqoritmlər**: ictimai və özəl. Əvvəlcə göndərici öz açıq açarından istifadə edərək mesajı şifrələyir və onu alıcıya göndərir. Alıcı mesajı deşifrə etmək üçün şəxsi açarından istifadə edir. Unikal cüt "göndərənin açıq açarı - alıcının şəxsi açarı" məlumatların etibarlı qorunmasını təmin edir və oğurluğun qarşısını alır. Asimmetrik alqoritmlər rəqəmsal imzaların və digər tapşırıqların yaradılması üçün istifadə olunur (şəkil 2).

Şəkil 2. Asimmetrik şifrələmə alqoritminin sxemi

Kriptoqrafiyanın əsas növləri cədvəl 2-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 2. Kriptoqrafiyanın əsas növləri

Kriptoqrafiya növü	**Təsvir**	**Metod və alqoritmlərin nümunələri**
Simmetrik	Məlumatları şifrələmək və deşifrə etmək üçün bir açardan istifadə edir	AES, DES, 3DES, Blowfish
Asimmetrik (RSA)	Bir cüt açardan istifadə edir: ictimai və şəxsi. Açıq açar şifrələmə üçün, şəxsi açar isə şifrənin açılması üçün istifadə olunur	RSA, ECC
Hashing	Verilənləri sabit hash uzunluğuna çevirir. Hashlər məlumatların bütövlüyünü yoxlamaq üçün istifadə olunur	MD5, SHA-256, SHA-3
Rəqəmsal imzalar	Göndərənin autentifikasiyası və məlumatların bütövlüyünü təmin etmək üçün istifadə olunur	RSA (imzalar üçün), ECDSA (imzalar üçün elliptik əyrilər)
Doğrulama protokolları	Subyektlərin təhlükəsiz identifikasiyasını təmin edin	OAuth, Kerberos, OpenID
Kvant kriptoqrafiyası	Təhlükəsiz kriptoqrafik sistemlər yaratmaq üçün kvant mexanikasının xüsusiyyətlərindən istifadə edir	Tək foton mənbələrinə əsaslanan kvant kriptoqrafiyası, kvant açarlarının paylanması (Quantum Key Distribution)

Cədvəl kriptoqrafiyanın yalnız bəzi növlərini və üsullarını göstərir. Kriptoqrafiya geniş sahədir və zaman keçdikcə yeni metodlar və alqoritmlər yaranır və mövcud təhlükəsizlik tələblərindən asılı olaraq istifadə üçün tövsiyələr dəyişir.

KRIPTOQRAFIK MÜHAFIZƏ METODLARININ TƏHLILI.

Artan hesablama təhdidləri şəraitində sabit kriptoqrafik metodların yaradılması problemini həll etmək üçün aşağıdakı üsul və metodları təhlil edilmişdir:

- Postkvant alqoritmlərinin təhlili və işlənməsi.
- Ədədlər nəzəriyyəsi üsullarının tətbiqi.
- Yüksək performanslı alqoritmlərlə simmetrik şifrələmə.
- Açarların uzunluğunu və etibarlılığını artırmaq üsullarının işlənməsi
- Elliptik Əyri Kriptoqrafiya (ECC)
- Homomorfik şifrələmə üsulları
- Maşın öyrənmənin kriptoanalizdə tətbiqi
- Çox səviyyəli mühafizə sistemlərinin tikintisi
- Hücumların riyazi modelləşdirilməsi və sabitlik testi
- Kriptoqrafik alqoritmlərdə enerji istehlakının təhlili və optimallaşdırılması

Şəbəkəyə əsaslanan kriptoqrafiya, səhvləri düzəltmək üçün kodlar, heşinq, polinomlar və izogeniya əsaslı sxemlər kimi kvant hücumlarına davamlı şifrələmə üsulları üzrə tədqiqatlar daxildir[4]. Bu alqoritmlər riyazi modelləşdirməni və kvant kompüterləri tərəfindən həyata keçirilən hücumlara qarşı onların təhlükəsizliyinin yoxlanılmasını tələb edir. Müasir kriptoqrafik alqoritmlər mürəkkəb hesablamalar tələb edən faktorizasiya və diskret loqarifm məsələlərindən istifadə edir [5]. Rəqəmlər nəzəriyyəsində təklif olunan digər çətin problemlərin araşdırılması hətta kvant kompüterlərində də həlli çətin olan hücuma davamlı alqoritmlər yaratmağa kömək edə bilər. Yüksək təhlükəsizlik səviyyəsi ilə yüksək performansa nail olmaq üçün sürətləndirilmiş hesablama metodlarından (məsələn, paralel hesablama və ya aparat həlləri) istifadə edərək AES kimi simmetrik şifrələmə alqoritmlərindən istifadə olunur. Düymələrin uzunluğunu artırmaq kvant kompüterlərində alqoritmləri sındırmağı xeyli çətinləşdirə bilər. Açar uzunluğu üçün optimal parametrlərin və çoxfaktorlu autentifikasiya kimi əsas idarəetmə sxemlərinin araşdırılması sistemlərin hücumlara davamlılığını artıra bilər [2]. Elliptik Əyri Kriptoqrafiya metodları RSA ilə müqayisədə daha kiçik açarlarla nisbətən yüksək təhlükəsizlik təklif edir ki, bu da onları daha az resurs tələb edən və sındırmaya daha davamlı edir. Daha möhkəm elliptik əyri əsaslı sxemlər üzrə tədqiqat məhdud hesablama resursları olan mühitlərdə təhlükəsizliyi yaxşılaşdıra bilər. Homomorfik şifrələmə şifrələnmiş məlumatların şifrəsini açmadan hesablamalar aparmağa imkan verir ki, bu da informasiyanın sızması riskini azaldır. Bu istiqamət, xüsusilə bulud hesablamaları üçün emal zamanı məlumatların bütövlüyünü qoruyan alqoritmlərin hazırlanmasını tələb edir. Maşın öyrənmə alqoritmlərindən istifadə kriptoqrafik sxemlərdə zəiflikləri proqnozlaşdırmağa və müəyyən etməyə, yeni təhdid növlərinə uyğunlaşan alqoritmlər hazırlamağa kömək edə bilər. Məsələn, dərin öyrənmə üsulları nümunələrdəki anomaliyaları və potensial hücum nöqtələrini müəyyən edə bilər. Laylı təhlükəsizlik sistemləri əlavə təhlükəsizlik səviyyəsi yaratmaq üçün şifrələmə, autentifikasiya və girişə nəzarət kimi çoxsaylı kriptoqrafik metodları birləşdirir. Bu, çox səviyyəli mürəkkəbliyinə görə sistemin hücumlara qarşı müqavimətini artırır. Kobud güc və ya kvant hücumları kimi hücumların riyazi modelləşdirilməsi və onlara davamlı kriptoqrafik sistemlərin yaradılması alqoritmlərin zəif tərəflərini təhlil etməyə və onların sabitliyini yaxşılaşdırmağa imkan verən mühüm addımdır. Mobil cihazlarda və ya resursların məhdud olduğu mühitlərdə işləyən kriptoqrafik alqoritmlər təkcə təhlükəsiz deyil, həm də enerjiyə qənaətcil olmalıdır. Təhlükəsizlik səviyyələrini qoruyarkən enerji istehlakını azaltmaq üçün üsulların araşdırılması, xüsusən də IoT-nin böyüməsi ilə vacib bir cəhətə çevrilir. Bu üsullar kvant dayanıqlı kriptoqrafiyanın yaradılmasının əsas problemlərini həll edir və cari və gələcək təhdidlər qarşısında etibarlı və effektiv qalacaq alqoritmlər hazırlayır.

Təhlil olunan üsulların bir üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, məlumatların ötürülməsinin üsulu yalnız hər iki istifadəçiyə məlum olan açarların istifadəsinə əsaslanır ki, bu da məlumatın yüksək səviyyədə məxfiliyini və təhlükəsizliyini təmin edir. Əlaqə prosesi zamanı hər iki istifadəçi mesajları şifrələmək və deşifrə etmək üçün açarlardan istifadə edir. Şifrələnmiş vəziyyətdə qaldıqları üçün hətta server

operatorunun mesajların məzmununa çıxışı yoxdur. Məsələn, WhatsApp, Telegram mesencerləri siqnal protokolu kriptoqrafiya kitabxanasının bütün hissəsi olan elliptik əyri kriptoqrafiya və *Double Ratchet* protokolundan istifadə edərək mesajları şifrələmək üçün nöqətədən-nöqtəyə şifrələmədən istifadə edir.

WhatsApp-da mesajların təhlükəsizliyini təmin edən funksional mexanizm şəkil 3-də təsvir olunmuşdur.

Şəkil 3. WhatsApp mesajlaşma proqramında nöqtədən-nöqtəyə şifrələmə mexanizmi

Şəkildən göründürüyü kimi, şifrələnmə mexanizminin alqoritmi aşağıdakı ardıcıllıqla həyata keçirilir:

1. Nöqtədən-nöqtəyə şifrələmə (End-to-End Encryption) – "WhatsApp"dakı bütün mesajlar "end-to-end" şifrələmə üsulu ilə şifrələnir, yəni məlumat göndərənin cihazında şifrələnir və yalnız alıcının cihazında deşifrələnir. Açar cütlərinə (ictimai və özəl) əsaslanan asimmetrik şifrələmədən istifadə edən siqnal protokolu istifadə olunur ki, bu da nə WhatsApp serverlərinin, nə də üçüncü şəxslərin mesajın şifrəsini açа bilməməsini təmin edir. Açarlar hər seans üçün mütəmadi olaraq yenilənir, məlumatların itirilməsi riskini minimuma endirir.

2. İstifadəçinin doğrulanması – WhatsApp-ı ilk dəfə quraşdırdığınız və konfiqurasiya etdiyiniz zaman, həmçinin cihazları dəyişdirdiyiniz zaman şəxsiyyətinizi təsdiqləmək üçün çoxfaktorlu autentifikasiyadan istifadə edilir. Təsdiq kodu SMS və ya zəng vasitəsilə telefon nömrəsinə göndərilir. Bu, hesaba icazəsiz daxil olma ehtimalını azaldır.

3. Giriş nəzarəti və əlaqə yoxlanışı – "WhatsApp" istifadəçilərə xüsusi QR kodları kontaktlarla müqayisə edərək mesajların şifrələnməsini yoxlamağa imkan verir. Bu xüsusiyyət göndərdiyiniz mesajların lazımi şəxsə çatacağına dair əlavə əminlik səviyyəsini təmin edir.

4. Ehtiyat nüsxələri və yerli şifrələmə – Cihazlardakı bütün yerli mesaj ehtiyat nüsxələri də şifrələnə bilər. Bulud yaddaşı üçün (məsələn, Google Drive və ya iCloud) istifadəçi girişi parol və ya açarla qorunan şifrələnmiş ehtiyat nüsxələrini aktivləşdirə bilər.

5. Ortada adam hücumlarından mühafizə – Nöqtədən-nöqtəyə şifrələmənin istifadəsi sayəsində təcavüzkarlar mesajları ələ keçirə bilmirlər. Tətbiq həmçinin proqram təminatını mütəmadi olaraq yeniləmək və ən son şifrələmə versiyalarını saxlamaqla rabitə protokollarına hücumlar kimi mümkün şəbəkə zəifliklərinin qarşısını alır.

NƏTICƏ

Beləliklə, WhatsApp minimal miqdarda istifadəçi məlumatı toplayır ki, bu da məlumat sızması riskini azaldır. Mesajların məzmunu heç vaxt şirkətin serverlərində saxlanılmır, ancaq cihazlar arasında ötürülür. Bu mexanizm məlumatları potensial təhlükələrdən və kiberhücumlardan qoruyaraq, WhatsApp-da istifadəçi rabitəsinin məxfiliyini və təhlükəsizliyini hərtərəfli təmin edir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. İmamverdiyev Y.N. "İnformasiya cəmiyyətində milli kriptoqrafiya siyasətinin formalaşdırılması problemləri," Elektron dövlət quruculuğu problemləri üzrə I respublika konfransının əsərləri, 2014, s. 152-155.

2. Əmiraslanova R.İ. Süni intellektin tətbiqilə informasiya təhlükəsizliyi risklərinin qiymətləndirilməsi metodikası / Bakı, ELMİ İŞ Beynəlxalq elmi jurnal. İmpakt Faktor: 1.790. – ISSN: 2663-4619 – e-ISSN:2708-986X – DOI:10.36719. Cild:16. Sayı:6. s. 50-54. https://aem.az/index.php?newsid=2197

3. Амирасланова Р.И. Оценка рисков информационной безопасности с использованием компьютерно-математических систем / Jurnal: Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), № 7 (100)/2022 Том 1, "Логика+», Москва. s. 3-6. DOİ: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.100.1 https://euroasia-science.ru/indeksirovanie/

4. Kamara S., Lauter K., "Cryptographic cloud storage," Financial Cryptography Workshops, vol. 6054 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 136–149. Springer, 2010.

5. Amiraslanova R.İ. Creating a fuzzy model that realizes the assessment of information security risks with the application of computer mathematical systems / Journal of modern technology and engineering . Jomard Publishing 32F, Baku, Azerbaijan. s. 553-58. Special Issue / IECHCI2022 (Google Scholar E-Library (РИНЦ), Ulrich's Periodicals Directory, EBSCO, HINARI, Scholar E-Library (РИНЦ) (ISSN 2519-4836) http://jomardpublishing.com/journals.aspx?lang=en&id=1&menu=8&info=

UOT-51:37.016

MƏKTƏB RİYAZİYYAT KURSUNDA İRRASİONAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ METODİKASI

Babayev Rövşən Fərrux oğlu

Mingəçevir Dövlət Universiteti, dosent

ORCID NO : 0009-0009-7473-6575

Məmmədova Pərvin Kamil qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti

XÜLASƏ

Məqalədə orta məktəb şagirdləri üçün irrasional tənliklərin həlli metodikası verilmişdir. Mürəkkəb konstruksiyalı irrasional tənliklərin həlli zamanı tənliyi mürəkkəb quruluşlu qarışıq sistemlərlə əvəz etdikdə şagirdlərdə yaranan hesablama və məntiqi çətinliklər şagirdlərin məntiqi təfəkkürünün inkişafına müsbət təsir göstərir. Məqalədə radikalı təkləməklə irrasional tənliyin hesablanması metodu da verilmişdir . Həmçinin burada oxşar hədlərin islahı,hər iki tərəfdə ortaq vuruqların ixtisarı ilə əlaqədar kənar köklərin yaranmasına səbəb olur ki,bu da aldığımız kökləri verilmiş tənlikdə mütləq yoxlamalı olduğumuzun vacibliyini göstərir.

Açar sözlər : irrasional tənliklər, radikal, oxşar hədlər, məchul,kənar kök

ABSTRACT

The method of solving irrational equations for high school students is given in the article. When solving irrational equations with a complex structure, when the equation is replaced by mixed systems with a complex structure, the calculation and logical difficulties that arise in students have a positive effect on the development of logical thinking of students. Causes the appearance of related extraneous roots, which must necessarily check the roots we get in the given equation shows the importance of being.

Keywords: irrational equations, radical, similar terms, unknown, extraneous root

Ədəbiyyat

Yaqubov M.H və b. Riyaziyyat. Məsələ və misallar: Dərs vəsaiti.Bakı:Çaşıoğlu, 2008, 544 s.

Qəhrəmanova N.M və b. Riyaziyyat IX sinif üçün Dərs vəsaiti.Bakı: Radius nəşriyyatı, 2020, 320 s

Mərdanov M.C. və b. Cəbr və analizin başlanğıcı:Ümumtəhsil məktəblərinin 10-cu sinfi üçün dərslik.Bakı: Çaşıoğlu, 2004, 304 s.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ECO-FRIENDLY BASALT FIBER ON SOIL STRENGTH

Yasemin ASLAN TOPÇUOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Fırat University

ORCID NO: 0000-0002-3135-5926

ABSTRACT

For many years, various additive materials such as hydrated lime, fly ash, silica fume, volcanic tuff, marble dust, and blast furnace slag have been used to improve the properties of low-strength clays. However, in recent years, the use of fibers in soil stabilization studies has gained importance, with basalt fiber being one of them. The increasing use of basalt fiber is attributed to its natural composition, environmental friendliness, high strength, and the abundant availability of its raw material, basalt rock, in nature. Studies in this field have demonstrated that fiber content and fiber length play a crucial role in achieving effective soil reinforcement. In this study, high-plasticity bentonite clay was used. Cylindrical specimens were prepared by incorporating basalt fiber with a length of 24 mm into the clay at varying proportions (by dry weight: 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, and 5.0) and compacting them at their optimum moisture content. Unconfined compression tests were then conducted on these specimens to evaluate the changes in strength. The results of the study revealed that the maximum strength of basalt fiber-reinforced bentonite clay was achieved at a fiber content of 2.5%. Beyond this ratio, further increases in fiber content led to reductions in strength. In this context, future studies incorporating different soil types, fiber lengths, and fiber contents are expected to contribute to the advancement of the literature.

Keywords: Basalt fiber, bentonite, clay, strength

ATOM ELEKTRİK STANSİYALARINDA RADİASİYA TƏSİRİNİN MƏHDUDLAŞDIRILMASI ÜSULLARI

Elsevər Cəfərli

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0003-7745-0931

XÜLASƏ

XXI əsrdə elektrik enerjisinə yaranan zərurətin, o cümlədən ildən-ilə artan tələbatın yüksəldiyi bir propaqandanı nəzərə alsaq, nüvə enerjisinin istər ekoloji, istər iqtisadi və ya elektrikin daha səmərəli istehsalı üçün potensialını vurğulamaq gərəkdir. Digər stansiyalarla müqayisədə, AES-lərdə elektrikin istehsalı məqsədilə lazımi istilik enerjisinin, nüvə reaktorunda ağır kimyəvi elementlər kimi tanınan ^{235}U və ^{239}Pu izotop nüvələrinin silsiləvi reaksiyaları nəticəsində nüvələrin bölünməsi ilə təmin edilməsi yerinə yetirilir. Hesablamalar zamanı 1kq uranın parçalanması zamanı ayrılan istilik miqdarının, 1kq daşkömürün yanması zamanı ayrılan istilik miqdarından təqribən $3{,}32\times10^6$ dəfə çox olduğu təsdiq olunur. Ümumiləşdirdikdə belə bir nəticə əldə edilir ki, 1kq urandan alınan istilik miqdarı, 3320t daş kömürdən alınan istilik miqdarına bərabərdir. Həmçinin bunun da qeyd olunması zəruridir ki, 1kq daş kömürün yandırılması zamanı atmosferə özündə 2,38 dəfə ağır olan karbon qazı atılır. Nüvə enerjisindən istehsal zamanı atılan karbon tullantılarının faizini isə təqribi qeyd etsək, 0-a bərabər götürərik.

Açar sözlər: AES, nüvə reaktoru, izotop

ABSTRACT

Considering the need for electricity in the 21st century, including the propaganda that the demand is increasing year by year, it is necessary to emphasize the potential of nuclear energy for both environmental and economic reasons, as well as for more efficient electricity production. Compared to other plants, in NPPs, the necessary thermal energy for the production of electricity is provided by the fission of nuclei as a result of the chain reactions of 235U and 239Pu isotope nuclei, known as heavy chemical elements, in a nuclear reactor. During calculations, it is confirmed that the amount of heat released during the fission of 1 kg of uranium is approximately 3.32×106 times greater than the amount of heat released during the combustion of 1 kg of coal. When generalized, such a result is obtained that the amount of heat received from 1 kg of uranium is equal to the amount of heat received from 3320 tons of coal. It is also important to note that when 1 kg of coal is burned, carbon dioxide, which is 2.38 times heavier than itself, is released into the atmosphere. If we take the percentage of carbon emissions emitted during the production of nuclear energy as an approximation, we will take it equal to 0.

Keywords: NPP, nuclear reactor, isotope

İQTİSADİ QƏRARVERMƏDƏ ƏTRAF MÜHİTLƏ ƏLAQƏLİ PROBLEMLƏR

Sanur Natiq qızı Bəylərli-Sədiyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Fizika və ekologiya kafedrasının müəllimi

Sarsılmaz və dayanıqlı iqtisadi azadlığa sahib olmaq, dünya gücləri sırasında öz sözünü deyərək idarəedici prizmada olmağa bərabərdir. Bu baxımdan təsadüfi deyildir ki, günümüzdə ən güclü ölkələr özünün ərazi və əhali sayına görə daha böyük rəqəmləri əks etdirən deyil, dayanıqlı iqtisadi inkişafına görə illik olaraq öz nəticələrini daha yeni və uğurlu rəqəmlərlə əvəzləyənlərdir. Çünki, hansı zaman kəsiyində olmasından asılı olmayaraq iqtisadi güc və azadlıq xalq, dövlət və millətlər üçün həlledici əhəmiyyət daşımaqdadır.

İqtisadi gücün yaratdığı imkanlar fərd olaraq insanlar arasında sosial təbəqələşmə və fərqli yanaşmalar təmin etdiyi kimi, onun ölkələr üzərində əks olunan görüntüyə əsasən əldə olunan nəticələri daha qabarıq olur.

Bu isə, haqlı olaraq zamanla mübarizəyə gətirib çıxarır. H.Tomas "Levy atan" adlı kitabında "İnsan təbiət etibarı ilə yalnız öz yaxşılığını istəyir – bu isə istəklərin toqquşduğu nöqtədə mübarizəyə gətirib çıxarır" deyə qeyd edib. Bu fakt isə "İnsan insanın qurdudur" sözlərini təsdiqə qovuşdurur. Bəşər cəmiyyəti formalaşdığı ilk gündən insanlar arasında öz yaxşılığını, sarsılmaz gücünü istəmək və ehtiyac olacağı halda bu istəklər uğruna mübarizə aparmaq dünya ölkələrinin əsas hədəfidir.

Məhz bu səbəbdən, iqtisadi güc və azadlığı əldə etmək, onu qorumaq və dayanıqlı hala gətirmək təbii olaraq bütün ölkələrin əsas məqsədidir.

Təbiidir ki, bu məsələ ilə bağlı mühüm problemlər hər zaman vardır. Və məqsəd nə qədər uğurlu olsa da ona çatmaq üçün atılan addımlar dəqiqliklə seçilməli və bütün nüanslar diqqətdə saxlanılmalıdır.

Belə olan halda iqtisadi qərarların doğruluğunu təkcə dünya təcrübəsinə əsaslanaraq tətbiq etmək deyil, lokal iqtisadi amillərin nəzərə alınması ilə əldə etmək mümkündür. Çünki iqtisadi qərarlar nə qədər uğurlu olsa da, onun işləməsi üçün ətraf amillər mütləq formada nəzərə alınmalıdır.

Yuxarıda dayanıqlı və güclü iqtisadi nəticələr əldə edilməsi üçün həll edilməli olan problemlərdən biri qeyd olunub. Bununla bərabər olaraq yenilənən dünyaya yeni yanaşmalar tətbiq etmək, iqtisadi təhsilə önəm vermək, bu sahə ilə məşğul olan mütəxəssislərə daha çox investisiya ayıraraq onların daha çox təkmilləşməsini təmin etmək atıla biləcək əsas uğurlu addımlar sırasındadır. Bununla belə iqtisadi cəhətdən uğurlu qərarların qəbul edilməsi məqsədilə coğrafi amillər dəqiqliklə dəyərləndirilməlidir.

Məlumdur ki, ayrı-ayrı şəhərlərin iqtisadi imkanlarının geniş olması ümumilikdə ölkənin güclü iqtisadiyyata sahib olmasına gətirib çıxarır. Burada, həmin coğrafi ərazidə təbii sərvətlərin zənginliyi, dövlət tərəfindən diqqət göstərilməsi, insanların əsas məşğuliyyət sahələri, habelə məskunlaşma dərəcəsi də əhəmiyyətli fərq yaradan amillərdəndir.

Çünki, dayanıqlı inkişafa və iqtisadiyyata sahib şəhərlər ölkə büdcəsini artıraraq, güclü iqtisadiyyatın formalaşmasında pay sahiləri olduqları kimi, zəif iqtisadiyyata sahi ərazilər ölkə büdcəsindən pay sahibi olaraq, dirçəlmələ çalışırlar.

Bu da, öz növbəsində zaman, pul və ən əsası uğurlu iqtisadi qərarlar tələb edir. İqtisadi göstəriciləri zəif-qənaətbəxş olmaqla yanaşı olaraq, elə ərazilər vardır ki, buranın gələcəkdə ölkə iqtisadiyyatına töhvə verməsi üçün bəzən demək olar ki, sıfırdan başlamaq lazım gəlir. Çünki, bu ərazilə azad iqtisadi zona adı ilə formalaşmaqda olan coğrafi zonalardır.

Dövlət tərəfindən əraziyə bu adın verilməsi ilə, ərazinin dövlət vergisindən azad fəaliyyət göstərməsi, orada insanların məskunlaşmasının təmin edilməsi, dövlət büdcəsindən məqsədəuyğun formada

maliyyələşmə prosesləri aktiv olur. Əlbətdəki, əhali sayı az olan ərazilərdə bu cür iqtisadi qərarların qəbul edilməsi kifayət qədər uğurludur.

Hansı ki, bəzi hallarda olduqca böyük məbləğ və zaman sərf edilməsinə baxmayaraq yükun etibarı ilə ərazi dirçəldildən, öz imkanlarını təmin etdikdən sonra sözü gedən statusdan ayrılaraq ölkənin inkişafına töhvə verməyə başlayır.

Yuxarıda qeyd olunan amillərin nəzərə alınaraq, iqtisadi qərarlar qəbul edərkən yerli dəyərləndirmələr aparmaq hər zaman daha uğurludur və qarşıya qoyulmuş məqsədi əldə etməyə imkan verir.

Sözügedən mövzu ilə əlaqəli olaraq, məsələnin həll edilməsi, şəhərlərin, coğrafi ərazilərin inkişaf dinamikası ilə iqtisadi artımına, həm əhali olaraq həm də onların gəlirləri olaraq nəticələnmək deməkdir.

Eyni zamanda bu amillərin nəzərə alınaraq dünya təcrübəsində necə qarşılandığı və idarəsi yerli iqtisadqçı mütəxəssislərin diqqətində olmaqla, inkişaf planları yaratmaq və mövcud olanları yeniləmək lazımdır.

RESEARCH OF CANINE BABESIOSIS IN THE SPREAD BELGRADE AREA IN THE PERIOD 2021-2023

Academician prof. Dr Ivan PAVLOVIC

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4751-6760

ABSTRACT

Canine babesiosis is tick born protosoan disease caused by *Babesia canis* nd *B. gibsoni.* In Belgrade area they transmitted by the ticks *Rhipicephalus sanguineus, Dermacentor marginatus* and *D.reticulate.* In the period 2021-2023, a total of 238 dogs' blood samples of dogs with clinical signs of babesiosis (anemia, haemoglobinuria, fever, pale of mucous membranes etc.) or infested with ticks were examined. We used capillary blood for examination, blood films were air-dried, fixed in absolute methanol (>99.8%) for 1 minute and stained with 10% Giemsa stain for 20-30 minutes. *Babesia* species were identified by morphometric characteristic.The disease was confirmed in 79.76% of suspected animals. *B. canis* was found in 76.74% and *B. gibsoni* in 11.23%. The dynamics of occurrence of dog babesiosis was monitored from January to December. They showed that babesiosis occurs throughout the year in dogs. It was noted that the increase in incidence of dog babesiosis started in the interval March-April. May was the month of infection maximum, decreasing gradually until July. The autumn infection peak occurred in September and the lowest level in December. In thet period, ticks were collected from 71 dogs. Most abundant species was the dominant infestation of dogs was with *Ixodes ricinus* in 57.7.0%, followed by *R.sanguineus* 32.05%, *D.marginatus* 9.35% and *D.reticulatus* in 3.41%. Examination of vector tick species for babesiosis revealed it in 57.10% of *R. sanguieneus*, 49.40%, *D. reticulatus* and 17.70% of *D. marginatus.*

Key words: dogs, babesiosis, ticks

BƏRPA OLUNAN ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN ÖLKƏNİN ENERJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ VƏ EKOLOJİ TARAZLIĞIN QORUNMASINDA ROLU

Alyona Cəfərova

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0006-8525-7914

XÜLASƏ

Bu gün bəşəriyyətin üzləşdiyi taleyüklü məsələlər sırasında bərpa olunan enerji (yaşıl enerji) mənbələrindən səmərəli və məqsədyönlü istifadə edilməsi fövqəladə aktuallıq kəsb edir. Bu sahədə əldə edilən uğurlar isə iki mühüm vəzifənin optimal həllini nəzərdə tutur: 1) dayanıqlı inkişafın rəhni sayılan və rifahın ən mühüm amillərindən biri kimi çıxış edən enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsi; 2) Yer kürəsində həyatın sağlam və əbədi olmasını təmin edən ekoloji tarazlığın qorunması. Göründüyü kimi bərpa olunan və ya yaşıl enerji mənbələrinin ölkənin enerji sisteminə xidmət etmək məqsədi ilə səfərbər edilməsi çoxlu sayda problemlərin həllinə yol aça bilər. Məhz bu səbəbdən "bərpa olunan (yaşıl) enerji mənbələri" mövzusu geniş elmi araşdırmalar və dərin təhlillər tələb edir. Təqdim edilən elmi məqalədə məhz postindustial cəmiyyətin ən mühüm atributlarından və işçi komponentlərindən biri sayılan yaşıl enerjinin Azərbaycan Respublikasının enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsində oynadığı müstəsna rol araşdırırlır, bərpa olunan enerji mənbələrinin (BOEM) ölkənin ənənəvi enerji resursları əsasında işləyən energetika sisteminə inteqrasiyasının perspektivləri və bu sahədə ortaya çıxan çətinliklərin məzmunu və xarakteri tədqiq edilir. Məqalədə, həmçinin Azərbaycanda BOEM-in inkişafına təsir göstərən müxtəlif tipli daxili və xarici amillər (iqtisadi, sosial, texnoloji, ekoloji və s. aspektlər) nəzərdən keçirilir, BOEM-in ölkənin enerji sisteminə inteqrasiyası yolunda texniki, iqtisadi və tənzimləyici baryerlərin xarakteri təhlil edilir. Azərbaycanda və dünyada, bilavasitə ekoloji tarazlığın qorunmasına xidmət edən yaşıl enerji mənbələri və onlardan təsərrüfatda və iqtisadiyyatda səmərəli istifadə mexanizmlərinin yaradılması ilə bağlı irəli sürülən elmi müddəalar məqalənin əsas motivlərini təşkil edir. Məqalədə, hazırda Azərbaycan Respublikasında mövcud olan BOEM-lərin (su, külək, Günəş enerjisi və bioenergetika) cari vəziyyəti və potensial imkanları qiymətləndirilir, ölkənin enerji infrastrukturunun modernləşdirilməsi imkanlarına və "aşağı karbon iqtisadiyyatına" keçid kontekstində enerji təminatının effektliliyinin artırılmasına xüsusi diqqət ayrılır.

Açar sözlər: yaşıl enerji, BOEM, enerji təhlükəsizliyi, ekeoloji tarazlıq, enerji təminatı.

VİRTUAL KİTABXANA SİSTEMLƏRİNİN TƏHLİLİ VƏ PERSPEKTİVLƏRİ

[1]Aida Mustafayeva

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının müdiri

Bakı şəhəri, İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

ORCID: 0000-0003-0801-5605

[2]Firdovsi Qəhrəmanov

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasınının magistrantı

ORCID: 0009-0000-6211-8758

XÜLASƏ

Məqalədə virtual kitabxana sistemlərinin təhlili və perspektivləri müasir dövrün tələblərinə uyğun olaraq həm beynəlxalq, həm də yerli təcrübələr üzərindən geniş şəkildə araşdırılmışdır. Rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı, kitabxana xidmətlərinin ənənəvi modellərini dəyişdirərək virtual kitabxanaların əhəmiyyətini daha da artırmışdır. Virtual kitabxanalar, biliklərin elektron mühitdə saxlanması, paylaşılması və geniş auditoriyaya çatdırılması baxımından müasir dünyada elmi-tədqiqat fəaliyyətinin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir. Bu kitabxanalar, istifadəçilərə asanlıqla məlumat əldə etmə, axtarış aparma və elmi resurslarla əlaqə yaratma imkanı təqdim edərək, informasiya mübadiləsini asanlaşdırır və tədqiqatçıların əməkdaşlığını təşviq edir. Beynəlxalq təcrübəyə nəzər saldıqda, Europeana platforması Avropa İttifaqının mədəni irs və elmi resurslarını bir bazada toplayaraq istifadəçilərə təqdim edir. Google Books, dünya miqyasında müxtəlif kitabxanaların kitab fondlarını rəqəmsallaşdıraraq açıq giriş imkanı təklif edir. arXiv və ResearchGate kimi platformalar isə elmi məqalələrin sərbəst yayımlanmasına və tədqiqatçıların əməkdaşlığını artırmağa imkan tanıyır. Bu platformaların hər biri, istifadəçilərə geniş çeşiddə resurslara asanlıqla çıxış imkanı verən axtarış funksiyaları və açıq giriş prinsipləri ilə böyük üstünlüklərə malikdir. Azərbaycanda da virtual kitabxanaların inkişafı istiqamətində mühüm addımlar atılmışdır. Azərbaycan Milli Kitabxanasının Elektron Kitabxanası və AMEA-nın Elektron Kitabxanası kimi layihələr bu sahədəki irəliləyişi göstərir. Lakin, ölkədə mərkəzləşdirilmiş və inteqrasiya olunmuş vahid virtual kitabxana sisteminin olmaması, resursların səmərəli istifadəsinə və geniş auditoriyaya çatdırılmasına maneə törədir. Bu, həm beynəlxalq təcrübələrin tətbiqi, həm də yerli infrastrukturun inkişafı baxımından ciddi bir çətinlik yaradır.

Aparılan tədqiqatın əsas məqsədi virtual kitabxana sistemlərinin funksionallığını təhlil etmək və bu sahədəki gələcək perspektivləri müəyyənləşdirməkdir. Təhlil, müxtəlif beynəlxalq platformaların funksionallığını, onların istifadəçilərə təqdim etdiyi xidmətləri və elmi resurslarla əlaqəni gücləndirməyə necə təsir göstərdiyini araşdırmışdır. Həmçinin, Azərbaycanın virtual kitabxanalar sahəsindəki inkişafını və qarşılaşılan çətinlikləri nəzərdən keçirərək, mərkəzləşdirilmiş və inteqrasiya olunmuş virtual kitabxana sisteminin qurulması üçün tövsiyələr verilmişdir.

Son nəticədə, virtual kitabxana sistemlərinin inkişafı, müasir dövrün informasiya mübadiləsi və elmi tədqiqatlarının sürətləndirilməsi baxımından əhəmiyyətlidir. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, rəqəmsallaşdırma, açıq giriş və müasir axtarış texnologiyaları bu platformaların əsas üstünlüklərini təşkil edir. Azərbaycan da bu sahədəki inkişafını sürətləndirərək, mərkəzləşdirilmiş və inteqrasiya olunmuş bir virtual kitabxana sistemi qurmalı və məlumatların daha səmərəli istifadəsi üçün yeni addımlar atmalıdır. Bu cür bir sistem, resursların geniş auditoriyaya çatdırılmasına və elmi fəaliyyətin daha effektiv aparılmasına imkan yaradacaqdır.

Açar sözlər: Virtual kitabxana, rəqəmsallaşdırma, məlumatların paylaşılması, elmi resurslar, açıq giriş, beynəlxalq təcrübə, Azərbaycan.

AZƏRBAYCANDA REKLAM BİZNESİNDƏ SAHİBKARLIĞIN İNKİŞAFININ MÖVCUD PROBLEMLƏRİ VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ

CURRENT PROBLEMS AND DEVELOPMENT DİRECTİONS OF ENTREPRENEURSHİP DEVELOPMENT İN THE ADVERTİSİNG BUSİNESS İN AZERBAİJAN

Vüqar Nəzərov

Azərbaycan Turizm və Menecment Universiteti,

Biznes İdarəçiliyi Fakultəsinin dekanı,i.ü.f.d.dos.

ORCID ID: 0000-0001-9856-7184

Camal Hacıyev

Azərbaycan Turizm və Menecment Universiteti,

Menecment kafedrasının müdiri, i.ü.f.d.dos.

ORCID ID:0000-0002-6409-3010

Vasif Əhədov

Azərbaycan İdman Akademiyası,

İdman Menecmenti və Kommunikasiya

Kafedrasının baş müəllimi,i.ü.f.d.

ORCID ID:0000-0003-0003-8933

XÜLASƏ

Azərbaycan Respublikasında reklam sektoru son illərdə sürətlə inkişaf edən sahələrdəndir. Ümumiyyətlə, reklam sektorunun inkişafı dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində informasiya texnologiyalarının inkişafı ilə əlaqədar yeni bir mərhələyə qədəm qoymuş, xüsusilə də bu sahənin inkişafı rəqəmsal reklam və sosial medianın təsiri ilə ölkə iqtisadiyyatının əsas komponentlərindən birinə çevrilmişdir. Azərbaycanda adı çəkilən sahənin inkişafı bir sıra struktur və əməliyyat çətinlikləri ilə üzləşir. Bu çətinliklər əsasən hüquqi tənzimləmə ilə bağlı problemlər, texnoloji və infrastrukturla əlaqədar olsa da, bəzi hallarda peşəkar işçi qüvvəsinin çatışmazlığı, bürokratik əngəllər və rəqabətli bazar mühitinin tələblərinə cavab verməyən şəraitlə bağlıdır.

Tədqiqatın məqsədi reklam biznesindəki əsas problemləri və bu sahədə sahibkarlığın inkişafına təsir edən amilləri təhlil etməkdir. Tədqiqat işində analiz, sintez,induksiya deduksiya, elmi abstrakt, keyfiyyət, kəmiyyət statistik təhlil metodlarından istifadə edilmişdir.

Açar sözlər: reklam biznesi, sahibkarlıq, rəqəmsal reklam, sosial media.

ABSTRACT

The advertising sector in the Republic of Azerbaijan is one of the rapidly developing sectors in recent years. In general, the development of this sector has entered a new stage in connection with the development of information technologies in developed countries of the world. In particular, the development of this sector has become one of the main components of the country's economy with the influence of digital advertising and social media. The development of this sector in Azerbaijan faces a number of structural and operational difficulties. Although these difficulties are mainly related to problems arising from legal regulation, technological and infrastructure, in some cases they are related to the lack of skilled labor, bureaucratic obstacles and conditions that do not meet the requirements of a competitive market environment.

The purpose of the study is to analyze the main problems in the advertising business and the factors affecting the development of entrepreneurship in this field. The research used analysis, synthesis, induction deduction, scientific abstract, qualitative, quantitative statistical analysis methods.

Keywords: advertising business, entrepreneurship, digital advertising, social media.

KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK STRATEGİYALARININ QURULMASI: BİZNES TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜÇÜN SÜNİ İNTELLEKT VƏ BLOKÇEYNDƏN İSTİFADƏ

Elvin MURADZADƏ

Mingəçevir Dövlət Universiteti

https://orcid.org/0000-0002-3679-9833

Gülüstan QASIMOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti

https://orcid.org/0009-0006-2973-6769

XÜLASƏ

Bu məqalə süni intellekt (AI) və blockchain texnologiyalarının inteqrasiyasının kibertəhlükəsizlik sahəsində transformativ rolunu araşdırır. Artan kiber təhdidlər fonunda AI-nin geniş məlumat dəstlərini təhlil edərək anomaliyaları müəyyən etmək və təhlükəsizlik tədbirlərini reaktivdən proaktiv yanaşmaya keçirmək qabiliyyəti vurğulanır. Eyni zamanda, blockchain texnologiyasının mərkəzləşdirilməmiş strukturu məlumatların bütövlüyünü və şəffaflığını təmin edərək kiberhücumların qarşısını almaqda mühüm rol oynayır. AI və blockchain-in sinerjisi təşkilatlara yalnız mövcud təhlükələrə cavab vermək deyil, həm də gələcək riskləri proqnozlaşdıraraq adaptiv kibertəhlükəsizlik strategiyaları inkişaf etdirməyə imkan verir. Bununla belə, məlumat məxfiliyi, uyğunluq və etik məsələlər bu texnologiyaların tətbiqi zamanı nəzərə alınmalı əsas çağırışlardır. Məqalədə həmçinin vurğulanır ki, kibertəhlükəsizliyin gələcəyi innovasiya və sektorlararası əməkdaşlıqdan asılıdır. AI və blockchain əsasında formalaşdırılan davamlı təhlükəsizlik sistemləri təşkilatların rəqəmsal mühitdə effektivliyini artıraraq istifadəçilərin etimadını gücləndirə bilər.

Açar sözlər: Kibertəhlükəsizlik, süni intellekt, Blokçeyn, biznes təhlükəsizliyi, təhdidlərin aşkarlanması, məlumatların bütövlüyü

ABSTRACT

This article examines the transformative role of the integration of artificial intelligence (AI) and blockchain technologies in the field of cybersecurity. In the face of increasing cyber threats, the ability of artificial intelligence to analyze large datasets, detect anomalies, and shift security measures from a reactive approach to a proactive one is emphasized. At the same time, the decentralized structure of blockchain technology plays a significant role in preventing cyber attacks by ensuring data integrity and transparency. The synergy of artificial intelligence and blockchain not only allows organizations to respond to current threats but also enables them to foresee future risks and develop adaptable cybersecurity strategies. However, among the key challenges to consider during the implementation of these technologies are data privacy, compliance, and ethical issues. The article also emphasizes that the future of cybersecurity depends on innovation and cross-sector collaboration. Sustainable security systems based on artificial intelligence and blockchain can enhance organizations' effectiveness in the digital environment and strengthen user trust.

Keywords: Cybersecurity, artificial intelligence, Blockchain, occupational safety, threat detection, data integrity

SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİLƏ SMART QURĞULARIN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ MEXANİZMLƏRİ

MECHANISMS FOR IMPROVING SMART DEVICES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Almaz Aliyeva

Associate Professor of the Department of Information Technologies

ORCID ID:0000-0002-2986-1387

Aida Mustafayeva

Associate Professor of the Department of Information Technologies

Mingachevir State University, Management Systems Institute, Azerbaijan

ORCID ID: 0000-0003-0801-5605

Mursel Pashayev

Head teacher of the Department of Information Technologies

Mingachevir State University

ORCID ID: 0009-0002-2357-6144

XÜLASƏ

Son onilliklərdə texnologiyanın sürətli inkişafı cəmiyyətin müxtəlif sahələrində fundamental dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu transformasiyanın əsas istiqamətlərindən biri süni intellektin (Sİ) inkişafı və onun müxtəlif sahələrdə tətbiqidir. Xüsusilə, ağıllı qurğuların (SMART cihazlar) geniş miqyasda yayılması iş proseslərini, məişət həyatını, səhiyyə və təhsil sistemlərini yeni mərhələyə keçirmişdir. Bu qurğular internetə qoşulma, istifadəçi davranışlarını təhlil etmə və real vaxt rejimində adaptasiya olunma xüsusiyyətləri sayəsində sadə avtomatlaşdırılmış sistemlərdən süni intellekt əsaslı kompleks həllərə çevrilmişdir.

Beynəlxalq statistik məlumatlar Sİ və SMART qurğuların sürətli inkişafını sübut edir. Forrester Research şirkətinin proqnozlarına görə, 2025-ci ilə qədər qlobal müəssisələrin 75%-i süni intellekt texnologiyalarını iş proseslərinə inteqrasiya edəcəkdir. Bu tendensiya təkcə texnoloji deyil, həm də iqtisadi transformasiyanın göstəricisidir. Azərbaycan da süni intellektin inkişafı istiqamətində mühüm addımlar atılmaqdadır. Ölkənin sosial-iqtisadi inkişaf strategiyaları çərçivəsində süni intellekt texnologiyalarının geniş tətbiqi, telekommunikasiya və informasiya texnologiyalarının inkişafı əsas hədəflərdən biri kimi müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda, informasiya cəmiyyətinin formalaşdırılması, kibertəhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi və rəqəmsal ekosistemin dayanıqlı inkişafı istiqamətində dövlət proqramları icra olunmaqdadır. Bu çərçivədə, "Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası" süni intellektin inkişafını prioritet istiqamət kimi müəyyən edir. "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər" çərçivəsində rəqabətqabiliyyətli iqtisadiyyatın qurulması və innovasiyaların təşviqi nəzərdə tutulmuşdur. Bununla yanaşı, "Azərbaycan Respublikasının informasiya təhlükəsizliyi və kibertəhlükəsizliyə dair 2023–2027-ci illər üçün Strategiyası" ölkənin kiberməkanının qorunmasını və kibertəhlükəsizliyə dair normativ bazanın təkmilləşdirilməsini təmin edir.

Süni intellektin SMART qurğulara inteqrasiyası bir sıra qlobal problemləri də gündəmə gətirir. Əsas problemlərdən biri məlumat təhlükəsizliyi və məxfilik məsələləridir. Ağıllı qurğular tərəfindən toplanan məxfi məlumatların təhlükəsiz şəkildə saxlanması və kibertəhlükəsizlik təhdidlərinin minimallaşdırılması müasir dövrün vacib çağırışlarındandır. Digər mühüm problem isə enerji istehlakı və resurs səmərəliliyidir. Süni intellekt əsaslı cihazlar yüksək hesablama gücü tələb etdiyindən onların enerji sərfiyyatı artır ki, bu da ekoloji və iqtisadi baxımdan əlavə çətinliklər yaradır. Məlumat

mərkəzlərində artan enerji istehlakı və karbon qazı emissiyaları bu problemin daha da aktuallaşmasına səbəb olmuşdur.

Süni intellektin SMART qurğulara tətbiqi etik və sosial problemləri də ön plana çıxarır. İnsanların qərarverməsi ilə süni intellektin avtonom qərar qəbul etməsi arasındakı tarazlığın qorunması, texnologiyanın etik prinsiplərə uyğun işləməsi məsələsi müzakirə mövzusudur. Bundan əlavə, süni intellektin inkişafı əmək bazarında avtomatlaşdırma ilə bağlı yeni çağırışlar yaradır və bəzi peşələrin əvəz olunması sosial-iqtisadi dəyişikliklərə səbəb olur.

Beləliklə, bu məqalədə süni intellektin tətbiqi ilə SMART qurğuların təkmilləşdirilməsi mexanizmləri araşdırılmışdır. Təhlillər göstərir ki, süni intellekt ağıllı qurğuların funksionallığını artırmaq, adaptasiya qabiliyyətini yüksəltmək və istifadəçi təcrübəsini optimallaşdırmaq üçün mühüm rol oynayır. Lakin bu proses məlumat təhlükəsizliyi, enerji səmərəliliyi və etik məsələlər kimi yeni çağırışları da meydana çıxarır. Bu problemlərin həlli üçün süni intellektin daha effektiv alqoritmlərlə təchiz edilməsi, kibertəhlükəsizlik tədbirlərinin gücləndirilməsi və ekoloji dayanıqlılığın təmin olunması vacibdir. Gələcəkdə bu texnologiyaların davamlı inkişafı ağıllı qurğuların daha təhlükəsiz, səmərəli və insan həyatına faydalı olması üçün əsas istiqamətlərdən biri olacaqdır.

Açar sözlər: Süni intellekt, ağıllı qurğular, avtomatlaşdırma, kibertəhlükəsizlik, enerji səmərəliliyi.

ABSTRACT

In recent decades, the rapid development of technology has led to fundamental changes in various areas of society. One of the main directions of this transformation is the development of artificial intelligence (AI) and its application in various fields. In particular, the wide spread of smart devices (SMART devices) has brought work processes, household life, healthcare and education systems to a new stage. These devices have transformed from simple automated systems to complex solutions based on artificial intelligence thanks to the features of connecting to the Internet, analyzing user behavior and adapting in real time.

International statistics prove the rapid development of AI and SMART devices. According to Forrester Research forecasts, by 2025, 75% of global enterprises will integrate artificial intelligence technologies into their business processes. This trend is an indicator of not only technological, but also economic transformation. Azerbaijan is also taking important steps towards the development of artificial intelligence. Within the framework of the country's socio-economic development strategies, the widespread application of artificial intelligence technologies, the development of telecommunications and information technologies have been identified as one of the main goals. At the same time, state programs are being implemented to form an information society, strengthen cybersecurity measures, and sustainably develop the digital ecosystem. In this context, the “Socio-economic Development Strategy of the Republic of Azerbaijan for 2022–2026” identifies the development of artificial intelligence as a priority direction. “Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-economic Development” envisages the establishment of a competitive economy and the promotion of innovations. In addition, the “Strategy of the Republic of Azerbaijan on Information Security and Cybersecurity for 2023–2027” ensures the protection of the country's cyberspace and the improvement of the regulatory framework for cybersecurity.

The integration of artificial intelligence into SMART devices also raises a number of global issues. One of the main issues is data security and privacy. Safely storing confidential data collected by smart devices and minimizing cybersecurity threats are important challenges of the modern era. Another important issue is energy consumption and resource efficiency. Since artificial intelligence-based devices require high computing power, their energy consumption increases, which creates additional challenges from an environmental and economic perspective. The increasing energy consumption and carbon dioxide emissions in data centers have made this problem even more urgent.

The application of artificial intelligence to SMART devices also brings ethical and social issues to the fore. Maintaining the balance between human decision-making and autonomous decision-making by artificial intelligence, and ensuring that technology operates in accordance with ethical principles, are

the subject of discussion. In addition, the development of artificial intelligence creates new challenges related to automation in the labor market and the replacement of some professions leads to socio-economic changes.

Thus, this article examines the mechanisms for improving SMART devices through the application of artificial intelligence. Analyses show that artificial intelligence plays an important role in increasing the functionality of smart devices, increasing their adaptability, and optimizing the user experience. However, this process also raises new challenges such as information security, energy efficiency, and ethical issues. To solve these problems, it is important to equip artificial intelligence with more effective algorithms, strengthen cybersecurity measures, and ensure environmental sustainability. In the future, the continuous development of these technologies will be one of the main directions for making smart devices safer, more efficient, and more useful to human life.

Keywords: Artificial intelligence, smart devices, automation, cybersecurity, energy efficiency.

QLOBAL İQLİM DƏYİŞKƏNLİYİ VƏ ONUN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİ

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACT

Natəvan VƏLİYEVA

Fizika və ekologiya kafedrası, Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0005-8994-1003

Şəbnəm İSLAMOVA

Fizika və ekologiya kafedrası, Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0009-0001-1518-0337`

XÜLASƏ

Son onilliklərdə dünya iqlimində baş verən dəyişikliklər qlobal miqyasda ciddi ekoloji problemlərə səbəb olub. Sənaye inqilabından sonra atmosferə buraxılan istixana qazlarının miqdarının artması nəticəsində Yer kürəsində orta temperatur yüksəlmiş və bu da iqlim dəyişkənliyinin əsas faktorlarından birinə çevrilmişdir. Bu məqalədə qlobal iqlim dəyişkənliyinin səbəbləri, ətraf mühitə təsiri və mümkün həll yolları araşdırılacaq.

İqlim Dəyişkənliyinin Səbəbləri: Qlobal iqlim dəyişkənliyinin əsas səbəbləri təbii və antropogen (insan fəaliyyəti ilə bağlı) faktorlarla izah olunur:

1. Təbii səbəblər:Günəş aktivliyinin dəyişməsi, vulkan püskürmələri nəticəsində atmosferə atılan aerozollar, okean axınlarının uzunmüddətli dəyişiklikləri

2. Antropogen səbəblər:Fosil yanacaqların (kömür, neft və qaz) geniş miqyasda yandırılması, meşələrin qırılması və yaşıllıq sahələrinin azalması, sənaye və kənd təsərrüfatı fəaliyyətləri nəticəsində istixana qazlarının (CO_2, CH_4, N_2O) artması

İqlim dəyişkənliyi Yer kürəsinin müxtəlif ekosistemlərinə və canlılara birbaşa təsir göstərir. Əsas ekoloji fəsadlar bunlardır:

1. Qlobal temperaturun artması: Son 100 ildə Yer kürəsində orta temperatur təxminən 1,1°C yüksəlib. Bu, qütb buzlaqlarının əriməsinə və dəniz səviyyəsinin qalxmasına səbəb olur.

2. Ekstremal hava hadisələrinin artması: Qasırğalar, daşqınlar, quraqlıqlar və istilik dalğaları daha tez-tez və intensiv baş verir.

3. Ekosistemlərin pozulması: Meşə və dəniz ekosistemlərində ciddi dəyişikliklər baş verir. Koral riflərinin ağarması, meşə yanğınlarının artması və bəzi növlərin nəslinin kəsilməsi müşahidə olunur.

4. Su ehtiyatlarının azalması: Buzlaqların əriməsi və qeyri-müntəzəm yağıntılar nəticəsində su qıtlığı problemi yaranır. Bu, kənd təsərrüfatına və içməli su ehtiyatlarına mənfi təsir göstərir.

5. Kənd təsərrüfatına təsir: Temperatur dəyişiklikləri və quraqlıqlar məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur. Bu, qlobal ərzaq təhlükəsizliyi üçün ciddi bir təhdiddir.

Açar sözlər: Temperator, Kənd təsərrüfatı, Ekoosistem, Fosil yanacaqlar, Ekstremal hava hadisələri.

ABSTRACT

Changes in the world climate in recent decades have caused serious environmental problems on a global scale. As a result of the increase in the amount of greenhouse gases released into the atmosphere after the industrial revolution, the average temperature on Earth has increased, which has become one of the main factors of climate variability. This article will examine the causes of global climate variability, its impact on the environment and possible solutions.

Causes of Climate Variability: The main causes of global climate variability are explained by natural and anthropogenic (related to human activity) factors:

1. Natural causes: Changes in solar activity, aerosols released into the atmosphere as a result of volcanic eruptions, long-term changes in ocean currents

2. Anthropogenic causes: Large-scale burning of fossil fuels (coal, oil and gas), deforestation and reduction of green areas, increase in greenhouse gases (CO_2, CH_4, N_2O) as a result of industrial and agricultural activities

Climate variability directly affects various ecosystems and living things on Earth. The main environmental impacts are:

1. Global warming: The average temperature on Earth has increased by about 1.1°C in the last 100 years. This is causing the melting of polar ice caps and rising sea levels.

2. Increased extreme weather events: Hurricanes, floods, droughts and heat waves are occurring more frequently and intensely.

3. Ecosystem disruption: Forest and marine ecosystems are undergoing significant changes. Coral reefs are bleaching, wildfires are increasing, and some species are becoming extinct.

4. Reduced water resources: Melting glaciers and erratic rainfall are leading to water scarcity. This is having a negative impact on agriculture and drinking water supplies.

5. Impact on agriculture: Temperature changes and droughts are leading to reduced productivity. This is a serious threat to global food security.

Keywords: Temperature, agriculture, Ecosystem, Fossil fuels, Extreme weather events.

CRITICAL DROUGHT THRESHOLDS FOR DROUGHT CHARACTERISTICS

Ahmad Abu Arra[1*], Eyüp Şişman[1]

[1]Department of Civil Engineering, Yildiz Technical University, Istanbul 34220, Türkiye.

ABSTRACT

Based on the standard precipitation index (SPI), drought characteristics, including drought duration, magnitude, and intensity, can be calculated for different cut-off levels in drought event definition. Determining drought characteristics and defining their relationships is extremely important in terms of meteorological, agricultural, ecological, and hydrological studies. Differences between drought event definitions bring conceptual discussions to the forefront in solving drought-related problems. According to the acceptances from research to research, one of the frequently discussed issues in the literature is defining the cut-off level at which drought begins. The determined cut-off level affects drought characteristics. When the studies are examined, it is known that two cut-off levels accepted in SPI and Run methods are generally prominent. Still, different cut-off levels are also used in research occasionally. In this study, the relationships between drought duration and drought magnitudes (magnitude) for three different data sources (observation, ERA 5 Land, and IMERG NASA) close to each other in Kocaeli province will be examined for different cut-off levels, and the critical cut-off level will be determined in terms of drought events and characteristics. Since the drought intensity is calculated depending on these two drought characteristics, the section level at which the critical drought severity occurs is also given at the end of the research. As a result of the analysis, it is seen that the critical section level in terms of drought events varies according to the duration of the drought. Another result is that the drought characteristics differ from one level to another level. The research reveals the importance of making calculations according to different section levels for evaluating critical drought conditions and characteristics and risk management.

Keywords: Drought assessment, ERA5-LAND, NASA IMERG, SPI, Run theory, Drought events.

Acknowledgments: This work was supported by the research fund of The Coordinatorship of Scientific Research Projects of YTU (BAP, General Research Project Program, FBA-2024-6492). The authors would like to express their sincere gratitude to the scientific research coordination units for their financial support for the research.

Funding: This work was supported by the research fund of The Coordinatorship of Scientific Research Projects of YTU (BAP, General Research Project Program, FBA-2024-6492).

APPLICATION OF FREQUENCY INNOVATIVE TREND ANALYSIS (F-ITA) FOR STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI): A CASE STUDY OF KOCAELI USING ERA5-LAND, NASA DATA, AND GROUND OBSERVATIONS

Mehmet Emin Birpınar[1], Ahmad Abu Arra[2*], Eyüp Şişman[2]

[1]Ministry of Environment and Urbanization, Ankara 06510, Türkiye.

[2]Department of Civil Engineering, Yildiz Technical University, Istanbul 34220, Türkiye.

ABSTRACT

Drought trend and frequency analyses are essential and necessary for adaptation to climate change, protection and management of water resources, drought management, and drought mitigation planning. Using trend analyses, more effective water management policies can be developed, and resilience to drought events can be increased in society. Drought trends are critical for the sustainable management of water resources, the determination of long-term strategies, and the formation of policies. Knowledge of changes in drought frequencies is also critical for risk management and emergency planning. When we look at the applications, drought trends are mostly used for long-term planning to predict climate change's effects and form policies. In contrast, drought frequencies and changes are preferred for shorter-term decisions, crisis management, and emergency preparations. In this research, drought trends and frequency changes for Standardized Precipitation Index (SPI) calculated using ERA 5 Land reanalysis and IMERG NASA data at the nearest grid point and ground observation for a station within the borders of Kocaeli province were examined and evaluated with the help of Frequency Innovative Trend Analysis methodology (F-ITA). The analysis results showed that drought risks have increased in Kocaeli province in recent years, the frequency of extreme drought events has also increased, and climate change affects drought events. For Kocaeli to be minimally affected by drought events that will occur due to climate change, the need for monitoring and determining drought hazards and risks, creating policies for the management of these risks, identifying and creating the requirements for rapid and effective intervention mechanisms such as early warning systems, conducting projection studies on future drought events, and similar comprehensive research that will provide benefits is increasing day by day.

Keywords: Drought assessment, ERA5-LAND, NASA, SPI, Precipitation, Trend.

Acknowledgments: This work was supported by the research fund of The Coordinatorship of Scientific Research Projects of YTU (BAP, General Research Project Program, FBA-2024-6492). The authors would like to express their sincere gratitude to the scientific research coordination units for their financial support for the research.

Funding: This work was supported by the research fund of The Coordinatorship of Scientific Research Projects of YTU (BAP, General Research Project Program, FBA-2024-6492).

KÜRQIRAĞI ŞORLAŞMIŞ AÇIQ BOZ-QƏHVƏYİ TORPAQLARIN TƏDQİQİ

STUDY OF LIGHT GRAY-BROWN SOILS SALINE IN THE KURA LOWLAND

Verdiyeva Fəridə Bəhram

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0000-0001-9848-3001

Əliyeva Tahirə Rafayel

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

ORCID ID:0000-0003-1891-4698

Sadıqov Ceyhun Şirin

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

XÜLASƏ

Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin məlumatına əsasən, hazırda ölkəmizdə təxminən 561 min 965 hektar torpaq sahəsi müxtəlif dərəcədə şoranlaşmaya məruz qalıb. Bu cür torpaqlara ölkədə ən çox isti və quru iqlim şəraiti olan Kür-Araz ovalığında rast gəlinir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, sahəsi 2,2 milyon hektar olan Kür-Araz ovalığı torpaqlarının bu vaxta qədər təxminən 60 faizi orta və şiddətli dərəcədə şoranlaşmaya məruz qalıb.

Tədqiqat apardığımız ərazinin kifayət qədər "həssas" ərazi olması şorlaşmış açıq boz-qəhvəyi torpaqların öyrənilməsini zəruri etmişdir. Bunları nəzərə alaraq aparılan tədqiqat işi torpaqların qorunub saxlanılmasına və səmərəli istifadəsinə istiqamətlənərək böyük aktuallıq kəsb edir.

Tədqiqat ərazimiz şorlaşma dərəcəsinə görə orta və şiddətli şorlaşmış torpaqlar hesab olunur. Burada şorlaşmanın xloridli və sulfatlı şoranlar tipi nisbətən daha çox yayılmışdır. Xloridli şoran torpaqlarda xlor ionunun miqdarı (quru qalıqda xlorun faizlə miqdarı) 40%-dən çox olur. Sulfatlı şoran torpaqlarda isə sulfat ionu üstünlük təşkil edir. Ümumi duzların 40%-dən çoxunu natrium-sulfat duzu təşkil edir.

Açar sözlər: şorlaşmış, xloridli, boz-qəhvəyi, tədqiq

ABSTRACT

According to the Ministry of Agriculture, currently in our country about 561 thousand 965 hectares of land have been salinized to varying degrees. Such soils are most often found in the Kura-Araz lowland with a hot and dry climate in the country. The conducted studies show that about 60 percent of the lands of the Kura-Araz lowland, with an area of 2.2 million hectares, had undergone moderate and severe salinization by that time.

The fact that the area we explored was quite "vulnerable" required the study of saline light gray-brown soils. Given this, the ongoing research work is becoming more relevant, focusing on the conservation and rational use of land.

According to the degree of salinity, our study area is considered saline soil of medium to high salinity. Salt and sulfate types of salinization are relatively common here. In chloride-saline soils, the content of chlorine ions (the percentage of chlorine in the dry residue) exceeds 40%. On the other hand, sulfate ion predominates in sulfate-saline soils. The sodium sulfate salt makes up more than 40% of the total amount of salts.

Keywords: salty, chloride, gray-brown, research

KÜRQIRAĞI ŞORLAŞMIŞ AÇIQ BOZ-QƏHVƏYİ TORPAQLARIN MORFOGENETİK PROFİLİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

STUDY OF THE MORPHOGENETIC PROFILE OF SALINE LIGHT GRAY-BROWN SOILS OF THE KURA LOWLAND

Verdiyeva Fəridə Bəhram

Mingəçevir Dövlət Universiteti

ORCID ID: 0000-0001-9848-3001

Zeynalova Aygün Nurəddin

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

İsmayılova Məhsəti Eyvaz qızı

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

XÜLASƏ

Torpaqların müasir təsnifatında əvvəlki dövrlərin təsnifatı ilə müqayisədə torpaq profilinin morfoloji və mikromorfoloji quruluşu, torpaqların tərkib və xassələri, üzvi maddələrin keyfiyyət tərkibi, maddələrin bioloji dövranının xüsusiyyətləri, torpaqdaxili aşınma və torpağın energetikası ilə bağlı məsələlər, torpaqəmələgəlmənin əsas prosesləri və rejimləri, həmçinin ekoloji şərait hərtərəfli nəzərə alınır.

Bu torpaqların morfoloji quruluşunu öyrənmək üçün kəsim qoyduq və müəyyən etdik ki, morfoloji cəhətdən bu torpaqların profili genetik horizontlara parçalanmışdır. Profildə çürüntülü-akumlyativ A, illüvial-karbonatlı B və əsasən karbonatlı gillicəllərdən ibarət olan C horizontları aydın seçilir. Üst horizontlar boz-qəhvəyi, zəif qəhvəyi çalarlı rənglə, aydın seçilməyən dənəvari və topavari-qozvari struktura ilə seçilir. B horizontu nisbətən bərk (sıx) quruluşu və kəltənvari strukturası ilə seçilir.

Bu torpaqların morfoloji quruluşunu öyrənmək üçün kəsim qoyduq və müəyyən etdik ki, morfoloji cəhətdən bu torpaqların profili genetik horizontlara parçalanmışdır. Profildə çürüntülü-akumlyativ A, illüvial-karbonatlı B və əsasən karbonatlı gillicəllərdən ibarət olan C horizontları aydın seçilir. Üst horizontlar boz-qəhvəyi, zəif qəhvəyi çalarlı rənglə, aydın seçilməyən dənəvari və topavari-qozvari struktura ilə seçilir. B horizontu nisbətən bərk (sıx) quruluşu və kəltənvari strukturası ilə seçilir.

Açar sözlər: şoran, profil, karbonatlı, genetik horizont

ABSTRACT

In the modern classification of soils, compared with the classification of previous periods, the morphological and micromorphological structure of the soil profile, the composition and properties of soils, the qualitative composition of organic substances, the features of the biological cycle of substances, issues related to intra-soil weathering and soil energy, the main processes and regimes of soil formation, as well as environmental conditions are comprehensively considered.

To study the morphological structure of these soils, we made sections and determined that the morphological profile of these soils is divided into genetic horizons. Humus-accumulating a, illuvial-carbonate B, and horizons c, consisting mainly of carbonate clays, are clearly distinguished in the profile. The upper horizons are distinguished by a gray-brown color with a faint brownish tinge, with a grainy and topavari-nutty structure that is indistinctly distinguished. Horizon B is characterized by a relatively solid (dense) structure and a tiled structure.

To study the morphological structure of these soils, we made sections and determined that the morphological profile of these soils is divided into genetic horizons. Humus-accumulating a, illuvial-carbonate B, and horizons c, consisting mainly of carbonate clays, are clearly distinguished in the

profile. The upper horizons are distinguished by a gray-brown color with a faint brownish tinge, with a grainy and topavari-nutty structure that is indistinctly distinguished. Horizon B is characterized by a relatively solid (dense) structure and a tiled structure.

Keywords; salt marshes, profile, carbonates, genetic horizon

PARKINSON'S DISEASE AS PART OF THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND ITS NON-MOTOR SYMPTOMS: A TWO CENTURIES SAGA

***Andrey Popatanasov*[1]**

[1]*Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.*

[1]*ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1139-4960*

***Lyubka Tancheva*[2]**

[2]*Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.*

***Reni Kalfin*[3]**

[3]*Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.*

ABSTRACT

James Parkinson, a British physician, was the first to describe the neurological disease named after him in the Western medical system about 200 years ago. Even though he described a complex range of symptoms, including a progressive disruption of skeletal muscle motor control, insomnia, delirium, and other symptoms, the condition was predominantly identified as a motor control disorder in the Western medical community. Until the middle of the 20th century, when new methods for researching catecholamines in the nervous system made it possible to more precisely examine some of the molecular mechanisms underlying Parkinson's disease and the brain structures impacted as the disease progressed, the situation remained essentially unchanged.

When new drugs like L-dopa were introduced and revolutionized the disease management and treatment, it became evident that the motor problems were also lessened along with a number of non-motor symptoms. However, it took several more decades for non-motor symptoms to be widely acknowledged and progressively integrated into the disease's clinical practice and treatment. One of the breaktroughs was the H. Braak's team sound neuroanatomical evidences and staging of the motor and non-motor symptoms which presented that the Parkinson's disease has long prodromal progression with poor and often unnoticed manifestations related to the progressive deterioration of the dopaminergic system.

The authors of this investigation compared the disease's ontogenetic trajectory with historical patterns of symptom identification and discovery, which appear to have a major impact on the disease's management and treatment strategies.

Keywords: Parkinson's disease, Non-motor symptoms, Motor symptoms, Non-motor symptoms scale, Disease managment.

COMPUTER AIDED MOLECULAR DESIGN

Divya Gupta, Gupta Swati Sanjay Kumar

Department of Pharmacy, Sigma University, Vadodara, Gujarat, India

ABSTRACT

One powerful technique used in chemistry to expedite the creation of molecular compounds and materials is computer aided molecular design, or CMD. Researchers and effectively explore the wide chemical space and forecast the characteristics of possible novel compounds prior to synthesis by employing computational tool. This method improves the design process of complicated molecules by utilizing sophisticated modelling techniques simulations to examine the interaction among molecular structures and their surroundings. Recent developments in CAMD have made it much easier to customize ionic liquids and other materials for particular uses, which reflects the methodology's increasing significance in both academic and industry contexts. As discovery develops, CAMD is anticipated to speed up the discovery new compounds, benefitting a variety of industries like environmental engineering material science, and pharmaceuticals. This will ultimately open the door for creative answers to current problems in chemical research and application.

Keywords: Molecular design, Modelling techniques, Environmental engineering, Material science, Computational tool.

EVALUATING THE HEALTH PROMOTING EFFECT OF *SPONDIAS MOMBIN* FRUIT JUICE IN HIGH-FAT DIET FED RAT MODEL: ECONOMIC POTENTIAL OF AN INDIGENOUS FRUIT

Abayomi M. Ajayi[1*], Monday O. Aghariagbonse[1], Paul A. Adeleke[1], Benneth Ben-Azu[2], Solomon Umukoro[2]

[1]Department of Pharmacology and Therapeutics, Faculty of Basic Medical Sciences, University of Ibadan, Oyo-State, Nigeria.

[2]Department of Pharmacology, Faculty of Basic Medical Sciences, Delta State University, Abraka, Delta State, Nigeria.

ABSTRACT

Spondias mombin Linn (Anacardiaceae) known as hog plum is an indigenous fruit rich in essential nutrients and bioactive compounds needed for health promotion and disease prevention. This study was designed to investigate the ameliorative potentials of *S. mombin* fruit juice on high-fat diet (HFD)-induced behavioural deficits, neuroinflammation and oxidative stress in rats.

Thirty male Wistar rats divided into five groups (n=6) including two fed on normal diet (ND) and three fed with HFD continuously for 9 weeks. *S. mombin* fruit juice (SMFJ) was administered from 6th to 9th weeks by supplementation in drinking bottle at 50% and 100%, respectively in HFD-fed rats. At the end of nine weeks, behavioral assessment was performed in rats in the open field test, elevated plus maze test, Y-maze test and Novel Objection recognition test, respectively. Serum lipid profile, brain inflammatory and antioxidant markers were determined. Histopathological analysis of nissyl bodies in brain sections were also determined.

SMFJ significantly attenuated HFD-induced anxiogenic and amnesic behaviours in rats. SMFJ significantly reduced serum lipid profile, atherogenic index and coronary risk index in HFD-fed rats. There was significant inhibition of TNF-α and IL-6 levels in brain sections in SMFJ supplemented rats when compared with HFD-alone. SMFJ significantly improved antioxidants status in HFD-fed rats. There was significantly modulation of brain acetylcholinesterase activity as well. HFD-induced neuronal loss was significantly reversed in SMFJ-supplemented rats.

Spondias mombin fruit juice supplementation demonstrated beneficial effects against HFD-induced anxiogenic and amnesic behaviours in rats via mechanism relating to antiatherogenic, anti-neuroinflammatory and antioxidants effects. *Spondias mombin* fruit juice has potential health promoting effects, making it a valuable indigenous fruit with economic potential

Keywords: Yellow mombin, metabolic syndrome, anxiety, atheroprotective, anti-inflammatory, antioxidant

THE REALATIONSHIP BETWEEN PARENTAL RELATIONSHIPS AND ADOLESCENTS' PERCEPTION OF HAPPINESS

Dao Lan Huong

VietNam Women's Academy, Hanoi, Vietnam

ORCID NO: 0009-0008-7822-8394

ABSTRACT

This study aims to explore the relationship between parental relationships and adolescents' perception of happiness, through a survey of 664 adolescents aged 12 to 18 in Bac Ninh province and Hanoi city. Three happiness measurement tools were used in this study: the Satisfaction with Life Scale (SWLS), the Warwick-Edinburgh Mental Well-Being Scale (WEMWBS), and the Happiness-Dependent Scale (HIS). Additionally, a parental relationship scale was employed to assess the quality of parental relationships within the family. The results show that adolescents' perception of happiness is positively correlated with positive parental relationships ($r = 0.36$, $p < 0.01$) and negatively correlated with negative parental relationships ($r = -0.10$, $p < 0.01$). The findings highlight the importance of strengthening positive parental relationships to enhance adolescents' happiness.

THE IMPORTANCE OF FOOD CULTURE TRANSFORMATION (ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF AZERBAIJAN)

QİDALANMA MƏDƏNİYYƏTİNİN TRANSFORMASİYASININ ƏHƏMİYYƏTİ (AZƏRBAYCAN NÜMUNƏSİNDƏ TƏHLİL)

Assoc.prof. Asim MAMMADOV

Mingachevir State University/Azerbaijan

https://orcid.org/0000-0001-9517-5214

ABSTRACT

The article examines the current state of the process of transformation of the food culture of the Azerbaijani people, the problems that have arisen, and analyzes the food culture as one of the ways to eliminate these problems against the background of the current conditions and difficulties of our time.

In 1992, the Republic of Azerbaijan regained its sovereignty and got rid of Moscow's influence. The seventy-year Soviet era brought about a number of positive and negative changes in the lives of the Azerbaijani people. In terms of food culture, the consequences of this period were also clearly evident. If we look at that period, the main points that attract attention are the small amount and variety of plant products in the production of agricultural products, the small variety of cheeses and other products processed from milk, in a word, an extremely limited range of products. and the absence of olive and olive oil production is revealed. Again, when we look at the Soviet era, we see that the monotony of the diet, the emphasis on "meat" in food culture, the lack of variety are obvious. People preferred a diet based on meat and animal fats, as well as products with fewer vegetables and seafood. This was the result of the regime forcing people to save less, not their desires, in short, it was state policy.

Even in our time, the food culture of the Soviet era is preserved. For a person, meat and meat products make up the main part of the daily diet, at least this is how it is. However, rising prices for meat and growing needs are gradually reducing the volume of daily meat consumption by the population. As a result, most of the population eats incorrectly, low-quality meat products, such as cheap sausages, frankfurters, etc., which leads to a turn-off.

Observations show that the majority of the population still prefers to cook meat for daily meals. Today, as in Soviet times, a high level of daily meat consumption is impossible, given the level of income and expenditure of the population. Also, most of the substances necessary for the human body are contained in fruits and vegetables. But unlike fruit growing, vegetable growing is still lagging behind. Almost none of the vegetables that are consumed in the world and that can be grown in our country are still cultivated. For example, okra, leeks, green peas, cauliflower, broccoli, Brussels sprouts, artichokes, etc., which are widely used in Turkish cuisine. For example, the first thing that attracts attention when entering our markets is that most of the agricultural products sold are fruits. Weak vegetable growing is due to low demand from the population. However, it is possible to organize the export of such products to foreign countries. In this case, the importance of organizing state policy on transformation of food culture is revealed. Educating the population, giving preference to vegetable growing in agricultural production can gradually yield results. This will have a positive effect on the health of the population and sorting of agricultural products.

To do this, it is necessary to prioritize the education of people, show programs and advertising that explain the advantages of cooking based on vegetables, not meat. To develop vegetable growing in our country, it is necessary to support the production of vegetable varieties. In recent years, the increase in the number of live animals, prepared meat and meat products imported into our country makes the need to reorganize the population's food culture even more urgent.

Keywords: nutrition, nutritional culture, transformation, meat products, vegetable products.

XÜLASƏ

Məqalədə, Azərbaycan xalqının qidalanma mədəniyyəti, onun transformasiyası prosesinin mövcud vəziyyəti, qarşılaşılan problemlər və bu problemlərin aradan qaldırılmasının yolları təhlil edilmişdir.

1992-ci ildə Azərbaycan Repsublikası öz suverenliyini yenidən bərpa edərək, Moskvanın təsirindən xilas oldu. Yetmiş illik sovet dövrü Azərbaycan xalqının həyatında bir sıra müsbət və mənfi dəyişikliklərin yaşanmasına səbəb oldu. Qidalanma mədəniyyəti baxımından bu dövrün təsirləri də özünü açıq şəkildə büruzə verdi. Həmin dövrə nəzər yetirdikdə kənd təsürrüfatı məhsullarının istehsalında tərəvəz məhsullarının həcminin və çeşitliliyinin az olması, süddən emal edilən pendir və digər məhsulların çeşidinin az olması, qısacası məhsul çeşitliliyinin son dərəcə məhdud olması, zeytun və zeytun yağı istehsalının yox səviyyəsində olması diqqəti cəlb edən əsas məqamlar olaraq önə çıxır.

Yenə sovet dövrünə nəzər yetirdikdə, qida rosyonunda monotonluğun, qidalanma mədəniyyətinin "ət" ağırlıqlı olması, çeşidliliyin az olması özünü göstərir. İnsanlar daha çox ət və heyvani yağlar əsaslı qidalanmaya, tərəvəz və dəniz məhsullarının az olduğu yeməklərə üstünlük verirdilər. Bu onların istəyindən çox, rejimin xalqı az ilə qənaət etməyə məcbur etməsinin nəticəsi idi, bir sözlə bu, dövlət siyasəti idi.

Müasir dövrdə də sovet dövründən qalma qidalanma mədəniyyəti davam edir. İnsanlar üçün ət və ət məhsulları istehsak etdikləri gündəlik qidaların əsəs hissəsini təşkil edir və ya elə başa düşülür. Halbuki, ət qiymətlərinin getdikcə yüksəlməsi, ehtiyacların artması, getdikcə əhalinin gündəlik ət istehlakının miqdarını aşağı salır. Bu isə nəticədə, əhalinin əksər hissəsinin düzgün qidalanmamasına, keyfiyyətsiz ət məhsullarına, məsələn, ucuz kolbasa, sosis və s. üz tutmasına gətirib çıxarır.

Müşahidələr onu göstərir ki, əhalinin əksəriyyəti hələ də gündəlik ət yeməyinin hazırlanmasına üstünlük verirlər. Sovet dövründə olduğu kimi günümüzdə gündəlik ət istehlakının yüksək səviyyələrdə olması əhalinin gəlir səviyyəsi və xərcləri nəzərə alındığında mümkün deyil. Həmçinin, insan bədəninin ehtiyacı olan maddələrin böyük əksəriyyəti meyvə və tərəvəzlərdə yer alır. Amma meyvəçilikdən fərqli olaraq tərəvəzçilik hələ də geri qalır. Dünyada istehlak olunan və ölkəmizdə də yetişdirilməsi mümkün olan tərəvəzlərin demək olar ki, heç biri hələ də yetişdirilmir. Bunlara misal olaraq, Türk mətbəxində geniş istifadə olunan, bamya, pırasa, yaşıl noxud, gül kələmi, brokoli, Bruksel kələmi, enginar və s. göstərilə bilər. Müqayisə üçün qeyd edək ki, bazarlarımıza daxil olduqda ilk diqqətimizi cəlb edən, satışa çıxarılan əksər kənd təsərrüfatı məhsulların meyvələr olmasıdır. Tərəvəz yetişdiriciliyinin zəif olması isə əhalinin tələbatının aşağı olması ilə bağlıdır. Halbuki belə məhsulların xarici ölkələrə ixracının təşkil edilməsi də mümkündür.

Belə olan halda qidalanma mədəniyyətinin transformasiyası üçün dövlət siyasətinin təşkil edilməsi əhəmiyyəti ortaya çıxır. Əhalinin maarifləndirilməsi, kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalında tərəvəzçiliyə üstünlük verilməsi, getdikcə öz nəticəsini verə bilər. Bu isə əhalinin sağlamlığı və kənd təsərrüfatı məhsullarının çeşidləndirilməsinə müsbət təsir göstərəcəkdir.

Bunun üçün xalqın maarifləndirilməsi işlərinə üstünlük verilməli, yeməklərin ət yox, tərəvəz əsaslı hazırlanmasının üstünlüklərini izah edən proqramlar, reklamlar nümayiş etdirilməlidir. Ölkəmizdə tərəvəzçiliyin inkişafı üçün, tərəvəz növlərinin istehsalına dəstək verilməlidir. Son illərdə ölkəmizə xaricdən idxal edilən canlı heyvan və hazır ət və ət məhsullarının miqdarının artması, əhalinin qidalanma mədəniyyətinin yenidən təşkilinin əhəmiyyətini daha da aktual hala gətirir.

Açar sözlər: qidalanma, qidalanma mədəniyyəti, transformasiya, ət məhsulları, tərəvəz məhsulları.

MÜASİR DÖVRDƏ TƏTBİQİ ELMLƏRİN İNKİŞAFI VƏ GƏLƏCƏK PERSPEKTİVLƏRİ

Almaz Əliyeva

İnformasiya texnologiyaları kafedrasının dosenti

ORCID ID:0000-0002-2986-1387

Tətbiqi elmlər, müxtəlif praktiki problemləri həll etmək məqsədilə nəzəriyyələri və metodları real həyatda tətbiq edən bir elmlər sahəsidir. Bu sahə geniş bir spektri əhatə edir.

Müasir dövrdə tətbiqi elmlərin inkişafı, texnologiyaların sürətli irəliləməsi ilə sıx əlaqəlidir. Bu sahə, çox sayda fərqli sahələrə təsir göstərərək cəmiyyətin həyatını dəyişdirir və daha yaxşı bir gələcək qurulmasına doğru əhəmiyyətli irəliləyişlərə səbəb olur. Mühüm inkişaf sahələrinin bir neçəsini qeyd etmək olar:

1. Süni İntellekt (AI) və Maşın Öyrənməsi

Süni intellekt (AI) və maşın öyrənməsi tətbiqi elmlərin əsas sahələrindən birinə çevrilib. Bu texnologiyalar tibb, maliyyə, sənaye və gündəlik həyatımızda bir neçə sahələrdə tətbiq edilir. Məsələn:

- **Tibb sahəsində Süni İntellekt** AI, xəstəliklərin erkən mərhələdə diaqnozunu qoymağa, müalicə metodlarını təkmilləşdirməyə və tibbi görüntülərin analizində dəqiqliyi artırmağa kömək edir.
- **Maliyyə sektorunda Süni İntellekt** AI və maşın öyrənməsi alqoritmləri, investisiya qərarlarını daha dəqiq və sürətli verməyə, risklərin analizinə imkan verir.

2. Biotexnologiya və Genetik Mühəndislik

Biotexnologiya sahəsindəki inkişaflar insan həyatını yaxşılaşdırmaq üçün müxtəlif sahələrdə irəliləyişlər təmin edir:

- **Tibbdə genetik mühəndislik** tətbiqi ilə yeni dərmanlar, müalicə üsulları və hətta gen terapiyası tətbiq edilir.
- **İxrac və ərzaq sənayesi** üçün daha məhsuldar və davamlı bitki növlərinin yaradılması üçün biotexnologiyalar istifadə olunur. Bu, qlobal aclıq və qida təhlükəsizliyi məsələlərinə müsbət təsir göstərə bilər.

3. Nanotexnologiyalar

Nanotexnologiyalar sahəsindəki inkişaflar, mikro ölçülü materialların yaradılması və onların müxtəlif sahələrdə tətbiqi ilə maraqlıdır:

- **Tibbdə** nanotexnologiya əsasında hazırlanmış dərmanlar və cihazlar xəstələrin müalicəsini daha təsirli edir, eyni zamanda daha az yan təsirlərlə nəticələnir.
- **Sənaye və material elmlərində** daha yüngül, davamlı və funksional materiallar istehsal olunur. Məsələn, yüksək güclü, istilik və elektrik keçirici materiallar, daha səmərəli enerji texnologiyalarının yaradılmasına imkan verir.

4. Bərpa olunan enerji və Davamlı İnkişaf

Enerji sahəsindəki tətbiqi elmlər daha çox davamlı və ekoloji cəhətdən təmiz həllərə yönəlir:

- **Günəş və külək enerjisi** kimi bərpa olunan enerji mənbələrindən daha effektiv istifadə üçün yeni texnologiyalar inkişaf etdirilir. Ağıllı enerji şəbəkələri (smart grids) və enerji saxlama sistemləri də enerji istehsalının və istehlakının optimallaşdırılmasına kömək edir.
- **Bina və infrastruktur sahəsində** davamlı materiallar və texnologiyalar daha çox tətbiq edilir. Yaşıl tikinti, enerji səmərəli binalar və şəhər planlaşdırması sahəsində yeni metodlar həyata keçirilir.

5. Ağıllı Şəhərlər və İKT İnfrastrukturunun İnkişafı

Ağıllı şəhərlər, tətbiqi elmlərin ən böyük inkişaf sahələrindən birinə çevrilib:

- **Əşyaların interneti (IoT)** texnologiyaları, şəhər infrastrukturlarını daha ağıllı və qarşılıqlı əlaqəli edir. Məsələn, ağıllı nəqliyyat sistemləri, hava keyfiyyətinin monitorinqi və enerji təchizatının optimallaşdırılması mümkün olur.
- **Məlumat analitikası** və **bulud texnologiyaları** şəhərlərin idarə edilməsində daha sürətli və effektiv qərar verməyə kömək edir.

6. Robot Texnologiyaları

Robotik texnologiyaların tətbiqi sənaye və gündəlik həyatımızda daha geniş şəkildə yayılmağa başlayıb:

- **Sənaye robotları** istehsal xəttində əməyin optimallaşdırılmasına, səhvlərin azaldılmasına və məhsuldarlığın artmasına səbəb olur.
- **Xidmət robotları** (məsələn, təmizlik, müştəri xidmətləri, tibb) gündəlik həyatda istifadə edilməkdədir.

7. Virtual və Artırılmış Reallıq (VR və AR)

Virtual və artırılmış reallıq texnologiyaları tətbiqi elmlərdə müasir dövrdə mühüm rola malikdir:

- **Təhsil sahəsində** VR və AR istifadə edərək, daha interaktiv və praktiki öyrənmə mühiti yaradılır.
- **Tibb sahəsində** həkimlər və tələbələr üçün təlim və əməliyyat simulyasiyalarında AR və VR texnologiyaları geniş şəkildə tətbiq edilir.

8. Səhiyyə və Biomedikal Tətbiqlər

Müasir dövrdə tətbiqi elmlər, səhiyyə sahəsində müxtəlif müalicə metodları və texnologiyaların inkişafına imkan verir:

- **Telemedisin(teletibb)** və **distant tibbi müalicə** xidmətləri, xəstələrin uzaq məsafələrdən müayinəsi və müalicəsi üçün tətbiq edilir.
- **Genomika və bioinformatika** insan genomunun daha dərindən öyrənilməsini və fərdi müalicə metodlarının inkişafını mümkün edir.

9. Kiber Təhlükəsizlik və Məlumat Texnologiyaları

Müasir dövrdə günümüzün ən aktual sahələrindən olan kiber təhlükəsizlik ön planda durur:

- **Blockchain texnologiyası** və **kriptovalyutalar** ilə məlumatların təhlükəsizliyi artır, xüsusilə maliyyə əməliyyatlarında etibarlılıq təmin edilir.
- **Data analitika** və **maşın öyrənməsi** ilə kibertəhlükəsizlik alətləri, sistemlərin təhlükəsizlik səviyyəsini daha effektiv qoruyur.

Nəticə etibarıyla deyə bilərik ki, müasir dövrdə tətbiqi elmlərin inkişafı, cəmiyyətin hər sahəsində innovasiya və irəliləyişlərə səbəb olur. Bu sahələrdəki davamlı inkişaf, həmçinin daha səmərəli, ekoloji cəhətdən davamlı və insana xidmət edən texnologiyaların yaradılmasına yol açır. Tətbiqi elmlər gələcəkdə həyatımıza daha da dərindən nüfuz edəcək və gündəlik həyatın ayrılmaz bir hissəsinə çevriləcək.

Tətbiqi Elmlərin Gələcək Perspektivləri

Tətbiqi elmlər sahəsi, texnologiyaların inkişafı, insan həyatının asanlaşdırılması və daha effektiv resurs istifadə etmək məqsədilə geniş bir tətbiq sahəsinə malikdir. Tətbiqi elmlərin gələcək perspektivləri çox müxtəlif və maraqlı istiqamətlərdə inkişaf etməkdədir. Tətbiqi elmlərin bəzi mühüm gələcək tendensiyaları aşağıdakılar ola bilər:

1. **İnsan və maşın arasında əlaqənin güclənməsi**: Süni intellekt (AI) və robot texnologiyalarının inkişafı tətbiqi elmlərdə böyük bir rol oynayacaq. Həmçinin, insan beyninin süni intellektlə

əlaqələndirilməsi, tibb və səhiyyə sahəsində daha səmərəli müalicə metodlarının yaradılmasına gətirib çıxara bilər.

2. **Bioqabaqcıl texnologiyalar**: Genetik mühəndislik, biotexnologiya, və genom elmləri gələcəkdə insan sağlamlığını və həyat keyfiyyətini artırmaq üçün yeni imkanlar yaradacaq. İnsan bədəninin təkmilləşdirilməsi və müalicə texnologiyalarının inkişafı bu sahədəki perspektivləri genişləndirir.

3. **Bərpa olunan enerji və ekoloji həllər**: Kümülativ texnologiyalar və tətbiqi elmlər, daha təmiz və davamlı enerji həlləri üzərində çalışır. Qlobal istiləşmənin qarşısını almaq və təbii sərvətləri qorumaq məqsədilə yenilənə bilən enerji mənbələri, su, hava və torpaq resurslarının daha səmərəli istifadəsi ön plana çıxacaq.

4. **Səhiyyə və tibbi cihazların inkişafı**: Tətbiqi elmlər, tibbin daha da irəliləməsi və fərdi tibb tətbiqlərinin genişlənməsi üçün çox mühüm rol oynayır. Süni intellekt və data analitikası müalicə proseslərini daha dəqiq və effektiv hala gətirəcək. Nanotexnologiyalar isə çox kiçik ölçüdə dərmanların və cihazların hazırlanmasına imkan yaradacaq.

5. **Süni intellektin etik istifadəsi**: Süni intellektin inkişafı ilə yanaşı, bu texnologiyanın etik aspektləri də gündəmə gələcək. İnsan hüquqları, məlumat təhlükəsizliyi, və süni intellektin insan həyatı üzərində təsiri ilə bağlı tədqiqatlar artacaq.

6. **Şəhər planlaşdırması və ağıllı şəhərlər**: Ağıllı şəhər texnologiyaları, şəhərlərdəki resursları daha səmərəli idarə etmək və sakinlərə daha yaxşı həyat şəraiti təmin etmək məqsədilə inkişaf edəcək. IoT (İnternet of Things) texnologiyaları, trafik idarəetmə, enerji təchizatı, səhiyyə və digər sahələrdə böyük dəyişikliklərə səbəb olacaq.

7. **Təhsil texnologiyaları**: Təhsil sahəsində tətbiqi elmlərin genişlənməsi ilə fərdi öyrənmə sistemləri, virtual və artırılmış reallıq tətbiqləri, online təhsil və ya qarışıq tədris (blended learning) modelləri güclənəcək.

Sonda qeyd etmək istərdim ki, tətbiqi elmlərin bu və digər sahələrdəki inkişafları, cəmiyyətin həyatını daha effektiv, davamlı və təhlükəsiz etməyə imkan yaradır.

İlgili makama;

XII. ULUSLARARASI AVRASYA UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ 17-18 Şubat 2025 tarihleri arasında Mingeçevir Devlet Üniversitesi, Mingeçevir, Azerbaycan'da 10 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre kapsamında sunumu yapılan 102 bildirinin 44 adeti Türkiye'den katılımcılar tarafından; 58 bildiri ise 10 ülkeden katılımcılar tarafından sunulmuştur. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "*Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.*" değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla,

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV
Mingachevir State University
Head of Scientific Committee

AZƏRBAYCAN RESPUBLIKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

MİNGƏÇEVİR DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

AZ4500, Mingəçevir şəhəri,
Dilarə Əliyeva küçəsi, 21

Tel: +994 24 275 32 72, Faks: +994 24 275 32 72
e-mail: info@mdu.edu.az

№ 01-12/452

"22" Oktyabr 2024 il.

Türkiyə Respublikası
İKSAD İnstitutuna

Hörmətli Dr. Mustafa Latif Emek,

Sizin, Mingəçevir Dövlət Universitetinə ünvanlanmış 22.10.2024 tarixli, aze-102 nömrəli məktubunuza cavab olaraq bildiririk ki, "***XII. Uluslararası Avrasya Uygulamalı Bilimler Kongresi***"-ni **https://www.euroasiacongress.org/applied** 17-18 fevral 2025-ci il tarixlərində İqtisadi İnkişaf və Sosial Araşdırmalar İnstitutu – İKSAD-la (Türkiyə) birgə Mingəçevir Dövlət Universitetində onlayn və oflayn şəkildə keçirmək üçün ev sahibliyi etməkdən məmnun olardıq.

Hörmətlə,

rektor vəzifəsini
müvəqqəti icra edən,
Tədris məsələləri üzrə prorektor **Üzeyir Zeynalov**

İcraçı
Prof. Veysəl Əyyubov
Tel: (024)2752375

001116