



PROCEEDINGS BOOK

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL
& MEDICAL SCIENCES**

April 17-18, 2024

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

EDITOR:

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV



ISBN: 978-625-367-702-2



MINGACHEVIR
STATE UNIVERSITY



**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN
CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL
SCIENCES**

April 17-18, 2024

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

PROCEEDINGS BOOK

Edited by

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV

All rights of this book belong to IKSAD GLOBAL.

Without permission can't be duplicate or copied. Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

IKSAD Publications – 2024 ©

Issued: 05.05.2024

ISBN: 978-625-367-702-2

CONFERENCE ID

MAS 19th

**INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON
MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL
SCIENCES**

DATE-PLACE

April 17-18, 2024

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

EDITOR

Prof. Dr. Veysel EYYUBOV

EVALUATION PROCESS

**All applications have undergone a double-blind peer review
process**

TOTAL NUMBER OF PAPERS: 122

THE NUMBER OF PAPERS FROM TÜRKİYE: 54

OTHER COUNTRIES: 68

PARTICIPANT COUNTRIES (11):

**Azerbaijan, Türkiye, India, Nigeria, Romania, Pakistan,
Morocco, Algeria, Iraq, China, Bulgaria**

HONORARY PRESIDENT

Şahin BAYRAMOV
Rector of Mingachevir State University

CHAIRMAN OF ORGANIZING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Asim Memmedov -Mingachevir State University

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr.almaz Oliyeva -Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Mahir ismayrlov - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Ulker Agurova- Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Aide Mustafayeva - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Terane Yusibova - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Rdvgen Babayev - Mingachevir State University

COORDINATOR

Alina AMANZHLOVA

CHAIRMAN OF SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Veysel EYYUBOV - Mingachevir State University

CONFERENCE SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. İsa Xelilov -Azerbaijan Technical University
Prof. Beyah Ahmedov -Azerbaijan Technical University
Prof. Elgad Memmedov -Azerbaijan University of Technology
Prof. Ahed Nebiyev -Azerbaijan University of Technology
Prof. Aliosman Qedimbeyli - Doctor of MedEra Hospital
Assoc. Prof. Dr.Vuqar Mustafayev - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Sahib Mustafayev- Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Elmira israfilova - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Adil Aslanov - Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Mehyeddin Mehdiyev- Mingachevir State University
Assoc. Prof. Dr.Huseyn Mirzeyev - Baku Engineering University
Dr. Nurlan AKHMETOV - Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish
University
Dr. Ethem İlhan ŞAHİN - Adana Alparslan Türkeş Science and Technology
University
Dr. Florian MOBO - Phlipplines Merchant Marine Academy
Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University



MINGACHEVIR
STATE UNIVERSITY



**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN
CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

April 17-18, 2024

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

CONFERENCE PROGRAM

Meeting Id: 851 7785 3338

Passcode: 171817

<https://us02web.zoom.us/j/85177853338?pwd=WEpWbjRPQXphMHpDYiRlclFNRVloQT09>

PARTICIPANT COUNTRIES (11):

Azerbaijan, Türkiye, India, Nigeria, Romania, Pakistan, Morocco, Algeria, Iraq, China,
Bulgaria

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: 851 7785 3338
Passcode: 171817**



-Opening Ceremony-

17.04.2024

Time (Baku): 12:00-13:00

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

SPEAKERS

Prof. Veysal Eyyubov
Dr. Mustafa Latif Emek
Prof. Cemal Yılmaz
Dr. Elvan Caferov

FACE TO FACE (HALL -1 (107))

17.04.2024

Moderator: Dr. Almaz ALIYEVA

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 14:00 – 16:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
THE EFFECT OF SINGLE-VARIABLE ATTRIBUTE SELECTION METHODS ON CLASSIFICATION PERFORMANCE IN ANDROID MALWARE DETECTION VIA PERMISSION INFORMATION	Kazım KILIÇ İbrahim Alper DOĞRU	Gazi University, Ankara, Türkiye
CLASSIFICATION OF PLANT DISEASES WITH DEEP LEARNING	Elif Ünal ÇAYIR Necaattin BARIŞCI	Gazi University, Ankara, Türkiye
RİYAZİYYAT VƏ İNFORMATİKA ARASINDA ƏLAQƏ	Leyla İSMAYILZADƏ	Mingachevir State University, Azerbaijan
OPTIMIZING ENERGY EFFICIENCY THROUGH IOT APPLICATIONS IN SMART URBAN ENVIRONMENTS	Maryam ASADOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
VEB TƏHLÜKƏSİZLİKDƏ HÜCUMLARIN TƏHLİLİ VƏ İŞLƏNMƏ PROSESİ	Validə NURİYEVA Nərmin ƏHMƏDOVA Dinarə İSLAMOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
ADVANTAGES AND CHALLENGES OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT AREAS	Səbinə ƏLİYEVA Aysu SÜLEYMANOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
SMART SİSTEMLƏRDƏ KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK: PROBLEMLƏR VƏ ÇAĞIRIŞLAR	Aidə MUSTAFAYEVA Zemfira ƏLİYEVA Günəl BAXŞIYEVA Səadət ASLANOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
SÜNİ İNTELLEKTƏ ƏSASLANAN KİBER RİSKLƏRİN VƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİN İDARƏ EDİLMƏSİ	Elvin MURADZADƏ	Mingachevir State University, Azerbaijan
MECHANISMS OF COMBATING CYBERTHREATS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Aidə MUSTAFAYEVA Elmira İSRAFILOVA Almaz ƏLİYEVA Elnur XƏLİLOV	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -2 (208))

17.04.2024

Moderator: Prof. Cemal YILMAZ

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 14:00 – 16:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
INVESTIGATION OF TURNING PERFORMANCE OF AISI 321 STAINLESS STEEL UNDER ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COOLING/LUBRICATION CONDITIONS	Şenol ŞİRİN Emine ŞİRİN	Düzce University, Düzce, Türkiye
THE EFFECT OF VARNISHES MODIFIED WITH DIFFERENT NANO MATERIALS ON COLOUR DESIGN IN WOOD MATERIALS	Cancu ÖZDER Musa ATAR	Gazi University, Ankara, Türkiye
INCREASING EFFICIENCY IN ENERGY COLLECTION AND STORAGE	Elsever JAFARLI	Mingachevir State University, Azerbaijan
POSSIBILITIES OF USING ALTERNATIVE ENERGY (ENVIRONMENTAL HARM OF THERMAL POWER PLANTS)	Mahir ISMAILOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
FACTORS INFLUENCING THE REGULATION OF SPEED REGIMES	Qaragoz KARİMOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
INCREASING THE CAPACITY OF ELECTRICAL TRANSMISSION LINES	Saadat SHIKHALIYEVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
GREEN CONCEPT IN KARABAKH: ECOLOGICAL VIEW AND SOLIDARITY TRENDS FOR A HEALTHY FUTURE	Aytac CAVADOVA Fəridə HƏSƏNLI	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -3 (205))

17.04.2024

Moderator: Dr. Rovshan BABAYEV

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 14:00 – 16:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
REMOTE DETECTION OF MECHANICAL FAULTS IN REFRIGERATION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS	Ferzan KATIRCIOĞLU Zafer CİNGİZ	Düzce University, Düzce, Türkiye
THE SOLUTION OF NON-STANDARD EQUATIONS	Vaqif ABDULLAYEV Sabir BABUŞOV Əfsanə MÜRSƏLOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
THE ROLE OF PROBLEM SOLVING IN INCREASING COGNITIVE ACTIVITY IN MATHEMATICS CLASSES	İradə MƏMMƏDOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
NUMERICAL DIFFERENTIATION AND INTEGRATION OF THE INTERPOLATION POLYNOMIAL	Mehman RƏSULOV Sahib MUSTAFAYEV	Mingachevir State University, Azerbaijan
ON SOME ESTIMATES FOR THE NORM OF INTERMEDIATE DERIVATIVE OPERATORS	Malakhat ISMAILOVA Mehemmed MAMEDOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
“HAMARLIQ GÖSTƏRİCİLƏRİ” 2n SAYDA OLAN ÜMUMİLƏŞMİŞ SOBOLEV – MORRİ FƏZASI	Rövşən BABAYEV	Mingachevir State University, Azerbaijan
SOLVING A CLASS BOUNDARY PROBLEM	Sariya ALLAHVERDIYEVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
FORMATION OF STUDENTS' DIVERGENT SKILLS IN THE PROCESS OF MATHEMATICS EDUCATION	Tofiq ORUJOV	Mingachevir State University, Azerbaijan

FACE TO FACE (HALL -4 (108))

17.04.2024

Moderator: Ass. Prof. Vugar MUSTAFAYEV

Address: Mingachevir State University

Baku Local Time: 14:00 – 16:00

TITLE	AUTHOR(S)	AFFILIATION
INITIAL DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF GREEN ECONOMY IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN	Liliya SULEYMANOVA Sveta BAKIROVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
USE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY NANOMATERIALS SYNTHESIZED WITH GREEN CHEMISTRY APPROACH IN THE FOOD INDUSTRY	Arzu MAMMADOVA Özkan ÖZDEN	İstanbul University, İstanbul, Türkiye
MODERNIZATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN MEGA CITIES IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTATION OF THE GREEN TRANSPORT CONCEPT	Elvin GASIMOV	Mingachevir State University, Azerbaijan
UI/UX DESIGN – AS A PROVIDER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL SOCIETY	Almaz ALIYEVA Asuda ABDURRAHMANOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
ŞƏHƏRLƏRİN İNKİŞAFINDA NƏQLİYYATIN ARTAN ROLU	Vüqar MUSTAFAYEV	Mingachevir State University, Azerbaijan
PROGRAM IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS OF SECURITY LEVEL OF ELECTRONIC EDUCATION DATABASE IN PYTHON	Rasmiyya AMİRASLANOVA	Mingachevir State University, Azerbaijan
THE INTERNET OF THINGS: SMART HOMES AND SECURITY IN A DIGITAL WORLD	Şabnam NASİROVA Ceyhun ALİZADE Elchin TAGIYEV	Mingachevir State University, Azerbaijan

Session-1, Hall-1

18.04.2024

Moderator: Lect. Dr. Seda Cansu Yeniğün

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 11:00 – 13:00

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Title	Author(s)	Affiliation
NONPHARMACOLOGICAL METHODS USED IN PAIN MANAGEMENT IN CYSTOSCOPY	Seda Cansu Yeniğün İlknur Özkan Seçil Taylan	Akdeniz University, Türkiye
BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON WORK STRESS IN THE FIELD OF NURSING IN THE LAST 10 YEARS	Seda Cansu Yeniğün İlknur Özkan Seçil Taylan	Akdeniz University, Türkiye
MEDICAL DEVICE-RELATED PRESSURE INJURY KNOWLEDGE OF TURKISH INTERNSHIP NURSING STUDENTS	Ülkü GÜNEŞ Esengül TOPAL ÇOLAK	Ege University, Türkiye
PNEUMONIA DUE TO NIVOLUMAB TREATMENT IN A PATIENT WITH UVEAL MELANOMAS: A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW	Ali Oğul Ali Alper Solmaz	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği
USE OF CABAZITAXEL IN CASTRATION-RESISTANT PROSTATE CANCER: A SINGLE CENTER EXPERIENCE	Ali Oğul Ali Alper Solmaz	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği
NURSING INTERVENTIONS BEFORE AND AFTER CATHETERISATION IN CHILDREN WITH ATRIAL SEPTAL DEFECT, VENTRICULAR SEPTAL DEFECT AND PULMONARY DUCTUS ARTERIOSUS	Mehmet BULDUK Ercan GÜNEŞ Veysel CAN	Van Yüzüncü Yıl University, Türkiye
TREATMENT MANAGEMENT OF NONVITAL TEETH WITH INCOMPLETE ROOT FORMATION	Büşra YÜKSEL	Trakya University, Türkiye
USE OF DIGITAL METHODS FOR MAXILLOFACIAL PROSTHETICS MANUFACTURING	Cenk Muallaoğlu Beyza Karadede Ünal	İzmir Katip Çelebi University, Türkiye
EFFECT OF VARIABLES OF SOCIODEMOGRAPHIC ON DISEASE MANAGEMENT SKILLS ON INDIVIDUALS WITH TYPE 1 AND TYPE 2 DIABETES RECEIVING INSULIN THERAPY	Gönül DÜZGÜN Gökşen POLAT Elif ÜNSAL AVDAL Funda SOFULU	İzmir Tınaztepe 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-2

18.04.2024

Moderator: Assist. Prof. Dr. Hakan BAYRAK

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 11:00 – 13:00

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Title	Author(s)	Affiliation
INVESTIGATING OF FOUNDATION SYSTEMS IMPLEMENTED IN HISTORICAL BUILDINGS	Adem Doğangün Muneeb Jadallah Muhammed Şahin	Bursa Uludağ University, Turkey
ANALYSIS OF THE TIME-DOMAIN STRUCTURE-SOIL DYNAMIC INTERACTION	Soner Gencer Gülçin Tekin	Yıldız Teknik University, İstanbul, Türkiye
EFFECT OF WATER CURING REGIME ON THE MECHANICAL AND FRACTURE CHARACTERIZATION OF GEOPOLYMER CONCRETE	Hakan BAYRAK	Kafkas University, Kars, Türkiye.
SOLUTION OF COMPOSITE STRIP PLATES WITH LOCAL CURVATURE USING FINITE DIFFERENCES METHOD	Onur ÇINAR Zafer KÜTÜĞ	Yıldız Teknik University, İstanbul, Türkiye
ELDERLY AND DISABLED CARE IN SUSTAINABLE BUILDINGS	Hakan ÖZEN Enes ÖZEN	Sedef Savunma, Gaziantep, Türkiye. Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, 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

18.04.2024

Moderator: Assist. Prof. Dr. Hatice ER

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 11:00 – 13:00

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Title	Author(s)	Affiliation
USE OF RFID TECHNOLOGY IN TRANSFER OF LEATHER AND LEATHER PRODUCTS	Hatice ER Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ Ertan EROL	Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Türkiye
EVALUATION OF DUST CARRIED OUT THE MECHANICAL PROCESSES OF DOUBLE-FACE MANUFACTURING IN TERMS OF WORKER HEALTH AND SAFETY	Ertan EROL Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ Hatice ER	Tekirdağ Namık Kemal University, Tekirdağ, Türkiye
STARCH MODIFIED AESO BIOPOLYMER FILMS	Selma ÇUHADAR Ülkü SOYDAL	Selçuk University, Konya, Türkiye
THE PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF ANTIBACTERIAL POLY (BUTYLENE SUCCINATE) (PBS) AND SODIUM CASEINATE (NACAS) BLENDS FOR PACKAGING APPLICATIONS	Mümine YILDIR Bedriye ÜCPİNAR DURMAZ Ayse AYTAC	Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye Ege University, İzmir, 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

18.04.2024

Moderator: Irina-Ana DROBOT

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 11:00 – 13:00

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Title	Author(s)	Affiliation
THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS	Major Gheorghe GIURGIU, Prof dr med Manole COJOCARU	Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
THE EFFECTS OF EXERCISE TRAINING WITH BLOOD FLOW RESTRICTION ON LOWER EXTREMITY MUSCLE STRENGTH AND BALANCE	Onur TURAN Filiz CAN	İstanbul Atlas University, İstanbul, Türkiye Hacettepe University, Ankara, Türkiye.
EXPLORING THE INTERPLAY OF SEDENTARY LIFESTYLE, DIETARY CHOICES, OBESITY, AND TYPE 2 DIABETES	Ayesha Ghias Aisha Ghulam Mustafa M. Huzaifa Ali Mishal Shoaib Dar Fareeha Nawab	Hajvery University, Lahore, Punjab, Pakistan
EXPLORING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CAROTENOIDS AS PROMISING NATURAL ACHE INHIBITORS IN THE TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE	Meriem Khedraoui, El Mehdi Karim, Hassan Nour, Abdelkbir Errougui, Samir Chtita	Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco
PASOORI - THE PAKISTANI "FLOWER-BOMB" THAT WIPED OUT THE DIVISIONS AND UNITED THE PEOPLE OVER THE GLOBAL CYBERSPACE. SOME TRENDS AND PSYCHOLOGICAL NOTES	Andrey Popatanasov, Elitsa Petrova	Sofia University, Sofia, Bulgaria
ADAPTATIONS OF FREUD'S PSYCHOANALYSIS: TOWARDS OTHER DOMAINS AND TOWARDS POPULAR SCIENCE	Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania
THE SHORT REVIEW ON THE LIVER DISEASE IN PREGNANCY	J. Yeshwanth, S. Kalaivanan	Bharath Institute Of Higer Education And Research

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-5

18.04.2024

Moderator: Fr. Baiju Thomas

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 11:00 – 13:00

Ankara Local Time: 10:00 – 12:00

Title	Author(s)	Affiliation
A SURVEY ON TICKS AND TICK-BORNE PARASITES IN CATTLE SLAUGHTERED AT JEGA ABATTOIR, KEBBI STATE, NIGERIA	Isyaku Nike Tawakaltu, Suleiman Jafaru, Muawuya Ibrahim, Tolulope James	Kebbi State University of Science and Technology, Aleiro, Kebbi State, Nigeria Sokoto State University, Sokoto State, Nigeria
PROMOTING BUDDHIST FOOD ETHICS FOR GLOBAL SUSTAINABILITY: A CRITICAL REVIEW STUDY	Fr. Baiju Thomas	Ramakrishna Mission Vivekananda Educational and Research Institute
HARNESSING MATHEMATICS FOR ENHANCED CROP PRODUCTION AND SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY: EMPIRICAL INSIGHTS BIOTECHNOLOGY	DEEPIKA D DIVYA SHRI S SUGANTHI P	R.M.K. Engineering College
MULTI-CRITERIA DECISION MODELS FOR OPTIMAL ECOSYSTEM-BASED MANAGEMENT ASSESSMENT	Sikirulai Abolaji AKANDE, Ibrahim ISAH, Almusbahu ABDULRAHIM, Olufemi Adesola ADEDAYO	Federal University of Technology, Minna, Nigeria University of Massachusetts, United States
EXPLORING PROXIMITY: A GROWTH DRIVING CIRCUIT IN RESPONSE TO CHANGING CONSUMER PREFERENCES IN THE RETAIL SECTOR	Nahide DAKHCH, Fatiha BENAMAR	Ibn Tofail University, ENCG, Kénitra, Morocco
EVALUATION OF GROUNDWATER QUALITY IN SOME AREAS NEAR THE BAHR AL-NAJAF / IRAQ	Zainab Hussain Abdulshaheed, Mohanad Hazim Halboos	University of Kufa, Najaf, Iraq
MARKER ASSISTED SELECTION IN BIOFORTIFICATION THROUGH CROP BREEDING	PRITHIVIRAJ K AJAYDESOUZA V SIVASURIYAN K KATHIRAVAN P GUNASEKAR G	Annamalai University

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

18.04.2024

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Türkay AKBAŞ
Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817
Baku Local Time: 13:30 – 15:30
Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Title	Author(s)	Affiliation
GLOBAL WARMING IN THE CONTEXT OF WOMENS HEALTH	Mihriban ULUCAN Özlem DOĞAN YÜKSEKOL	Fırat University, Turkey Bozok University, Turkey
PSYCHOSOCIAL FACTORS AFFECTING PARENTS USE OF COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE TREATMENTS IN CHILD HEALTH	Gamze YÜKSEKOL Mikail ABDİOĞLU Mihriban ULUCAN	Bartın University, Turkey Fırat University, Turkey
SERUM FOLATE LEVELS IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE PATIENTS ADMITTED TO THE INTENSIVE CARE UNIT DUE TO ACUTE RESPIRATORY FAILURE	Türkay AKBAŞ	Düzce University, Düzce, Türkiye
PERIOPERATIVE PAIN MANAGEMENT IN CATS AND DOGS: PREVENTIVE ANALGESIA	Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ	İstanbul University - Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye
EFFECTS OF USING PLANT EXTRACTS IN EDIBLE FILM AND COATINGS	Tuba BÜYÜKSİRİT BEDİR	Hitit University, Çorum, 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-2

18.04.2024

Moderator: Assist. Prof. Dr. Muhammed ARSLAN

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 13:30 – 15:30

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Title	Author(s)	Affiliation
REVIEW OF CARGO DRONE DESIGN AND CAPABILITIES	Enes ÖZEN Tuğrul OKTAY	Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, Türkiye Erciyes University, Kayseri, Türkiye
DETERMINATION OF THE VARIATION OF ABSORPTION ENERGY AND DAMAGE AREA IN THICK LAYERED COMPOSITES UNDER DROP WEIGHT IMPACT LOADING BY MODELLING THE SYMMETRY OF THE FULL MODEL	Furkan BAŞOĞLU Mustafa Özgür BORA Ender Can YAKAR	Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye
THERMODYNAMIC AND THERMOECONOMIC ANALYSIS AND MULTI-DIMENSIONAL OPTIMIZATION WITH DIFFERENT OPTIMIZATION METHODS OF AFYON BIOGAS POWER PLANT MULTI-HYDROGEN PRODUCTION PROCESS	Muhammed ARSLAN	Afyon Kocatepe University, Afyon, Türkiye
IMPROVEMENT OF THE THERMAL PERFORMANCE OF ELECTRONIC POWER ELEMENTS ON A CIRCUIT BOARD USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS	Osman Bedrettin KARATAŞ Kemal Furkan SÖKMEN	Bursa Teknik University, Bursa, Türkiye
DEVELOPING A COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SOLVER BY RESIDUAL-BASED VARIATIONAL MULTISCALE METHOD FOR LID-DRIVEN CAVITY FLOW WITH VARIOUS OBSTACLE CONFIGURATIONS	İsmail HOŞ Levent AYDINBAKAR	Bursa Teknik University, Bursa, Türkiye
INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MIXTURES MADE WITH SILICA TAILINGS IN TERMS OF PASTE MATERIAL	Serkan TÜYLÜ Deniz ADIGÜZEL İsmail DEMİR	İstanbul University- Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye
EVALUATION OF THE STRENGTH EFFECTS OF BORON AND SILICA MINING TAILINGS SUBSTITUTED IN CONCRETE IN TERMS OF POLLUTION AND PARTICLE SURFACE CHARGES	Deniz ADIGÜZEL Serkan TÜYLÜ İsmail DEMİR	İstanbul University- Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SOLAR AIR HEATER DESIGN ON HEAT TRANSFER	Eyup KOCAK	Cankaya University, Ankara, 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

18.04.2024

Moderator: Lect. Süleyman Emre DAĞTEKE

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 13:30 – 15:30

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Title	Author(s)	Affiliation
A QUASI IMPEDANCE SOURCE INVERTER BASED PV-BATTERY ASSISTED RESIDENTIAL NANO-GRID	Melike Esen GÜNGÖR Mehmet ÖZDEMİR	Fırat University, Elazığ, Türkiye
ESTIMATION OF HARMONICS IN ON-GRID PV POWER SYSTEMS WITH MACHINE LEARNING	Süleyman Emre DAĞTEKE Sencer ÜNAL Musab COŞKUN	Fırat University, Elazığ, Türkiye. Bingöl University, Bingöl, Türkiye.
DETECTION AND ELIMINATION OF HARMONICS IN SOLAR POWER PLANT GRID INTEGRATION	Süleyman Emre DAĞTEKE Sencer ÜNAL	Fırat University, Elazığ, Türkiye.
PEDESTRIAN DETECTION IN THERMAL CAMERA IMAGES FOR ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS	Çağla ERDEM ÖZTAŞ Sencer ÜNAL	Fırat University, Elazığ, Türkiye
PERFORMANCE ANALYSIS OF CHAOTIC INITIALIZED ADAPTIVE HARRIS HAWKS OPTIMIZATION ALGORITHM AND ITS APPLICATION IN MULTI-LEVEL THRESHOLDING	Fatmanur ŞERBET Turgay KAYA	Munzur University, Tunceli, Türkiye Fırat University, Elazığ, 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

18.04.2024

Moderator: Dr. Ghanshyam Barman

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 13:30 – 15:30

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Title	Author(s)	Affiliation
APPLICABILITY WITH BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AMONG HEALTHCARE WORKERS IN A TERTIARY HOSPITAL IN EDO NORTH SENATORIAL ZONE, EDO STATE	Efegbere, Henry Akpojubaro, Eze Tochukwu Hyacinth, Tabowei Benjamin, Olufunke Onaadebo, Akpojisheri Erhuvwu, Obataze Akpoyovwere, Alenoghena O. Innocent	Edo State University Uzairue, Edo State, Nigeria Global Community Health Foundation, Nigeria Cashville Development Foundation, Nigeria International Centre of Inter-professional Team Building, Nigeria The Brethren Ministry International International College of Health Sciences and Technology LTD International College of Technology LTD Pan-Global College of Nursing Sciences LTD Nnamdi Azikiwe University Nnewi Campus Niger Delta University Amasomma, Bayelsa State, Nigeria University of Rwanda Ambrose Ali University Ekpoma, Edo State, Nigeria
VISION X	Sanjay.B, Shaik Arshad, Lohith,Pavankumar Reddy, Lalitha Ramachandran	R.M.K. Engineering College, Thiruvallur, India
DISCRETE MATHEMATICS FOR ROBUST TELECOMMUNICATION SYSTEMS: ERROR CORRECTION AND DATA COMPRESSION PROJECT	P R Ashwin Karthikeyan Lalitha Ramachandran	R.M.K. Engineering College
STATISTICAL METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT: QUANTIFYING CHANGES AND PREDICTING IMPACTS	P R Ashwin Karthikeyan Suganthi P, Lalitha Ramachandran	R.M.K. Engineering College
NEW TECHNOLOGIES RESHAPING THE NEWS MEDIA LANDSCAPE AT EQUILIBRIUM	Dr. Ghanshyam Barman	C G P I T, UkaTarsadia University, India
TRAFFIC FLOW OPTIMIZATION FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS	M.Brijesh, Balapriyan.R, Lalitha Ramachandran	R.M.K. Engineering College, Thiruvallur, India
BAYESIAN NETWORK MODEL FOR MODELLING COVID-19 IN ALBANIA	Klodiana Bani Ornella Gordani	University of Tirana

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-5

18.04.2024

Moderator: Dr. Binyam Zigta

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 13:30 – 15:30

Ankara Local Time: 12:30 – 14:30

Title	Author(s)	Affiliation
EXPLORING THE IMPACT OF VISUAL AIDS ON MATHEMATICAL LEARNING: A GRAPHIC DESIGN PERSPECTIVE FOR EDUCATION ENHANCEMENT	Ajayi, Olayemi T.	Lead City University, Ibadan, Oyo State, Nigeria
BOOLEAN ALGEBRA	G.KUSHAL, AKSHAY JILLA, K.SRAVAN	R.M.K. Engineering College, India
NUMERICAL STUDY OF PHYSIOLOGICAL BLOOD FLOW WITH STRETCHING CAPILLARY ON MHD MICROPOLAR FLUID	Dr. Binyam Zigta	Wachemo University, Ethiopia
SIMULATION-BASED STUDY OF SILVER NANOSTRUCTURES FOR HYPERTHERMIA TREATMENT IN CANCER VIA FINITE ELEMENT ANALYSIS	Tanzeela Asghar, Abdul Ghaffar, Muhammad Yasin Naz, Shazia Shukrullah	University of Agriculture Faisalabad, 38040, Pakistan
MODELING AND SIMULATION OF THE DOUBLE FED INDUCTION MACHINE FOR BOTH MOTOR AND GENERATOR OPERATING MODES	Mohammed OUINTEN, Riyadh ROUABHI, Abdelghafour HERIZI, Bachir BENDJAÏMA, Abdelmoumin Ouali	Mohamed Boudiaf University of M'sila, Algeria
QUANTILE REGRESSION ANALYSIS ON THE NEW UNIT NADARAJAH AND HAGHIGHI DISTRIBUTION	Ayesha Siddique, Farrukh Jamal, Abdus Saboor, Shakaiba Shafiq	Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan The Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan
DESIGN OF A HEARING PROTECTOR WITH SUPPRESSION OF DOMINANT NOISES	Abdelghafour HERIZI Ahcene ABED Abdelhafid BENYOUNES	University MOHAMED BOUDIAF, Algeria
TURMERIC FARMERS AND THEIR MASS MEDIA EXPOSURE LEVEL IN DHARMAPURI DISTRICT OF TAMIL NADU IN INDIA	Arunkumar R, C. Dhivya	Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Tamil Nadu, India.

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-3, Hall-1

18.04.2024

Moderator: Lect. Muhammed KARA

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 16:00 – 18:00

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Title	Author(s)	Affiliation
A SURVEY OF INTRUSION DETECTION SYSTEMS AND COMPARATIVE ANALYSIS	Dilek BİRİNCİ İsa AVCI	Karabük University, Türkiye
CUSTOMER BEHAVIOR ANALYSIS WITH BIG DATA ANALYTICS	Muhammed KARA Yüksel TERZİ Mehmet Ali CENGİZ	OMÜ, Samsun, Türkiye
VGG-19 MULTICLASS MODEL FOR OVARIAN CANCER CLASSIFICATION FROM HISTOPATHOLOGIC IMAGES	Hazal PARLAK Burakhan ÇUBUKÇU	Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik, Türkiye
RAPID ASSISTANCE IN EARTHQUAKES: FINDING THE SHORTEST PATH USING THE DIJKSTRA ALGORITHM	Elif AYDIN Cem ÖZKURT	Sakarya Uygulamalı Bilimler University, Sakarya, Türkiye Yapay Zeka ve Veri Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, SUBÜ
MAQNIT REZONANS ANGIOGRAFIYA	Ruslan Əliyev	Əziz Əliyev adına Azərbaycan Həkimləri Təkmilləşdirmə İnstitutu

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-3, Hall-2

18.04.2024

Moderator: Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin Ökten

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 16:00 – 18:00

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Title	Author(s)	Affiliation
ON COFINITELY r -SUPPLEMENTED MODULES	Celil Nebiyev Hasan Hüseyin Ökten	Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye Amasya University, Amasya, Türkiye
ON WEAKLY R -SUPPLEMENTED MODULES	Celil Nebiyev Hasan Hüseyin Ökten	Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye Amasya University, Amasya, Türkiye
REGULARITY PROPERTIES OF NONLOCAL GINZBURG-LANDAU TYPE EQUATIONS AND APPLICATIONS	Veli B. Shakhmurov	Antalya Bilim University, Antalya, Turkey
ON AMPLY r -SUPPLEMENTED MODULES	Celil Nebiyev Hasan Hüseyin Ökten	Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye Amasya University, Amasya, Türkiye
PHASE-SPACE ANALYSIS OF TUMOR GROWTH WITH AN IMMUNE RESPONSES	Aida Sahmurova Veli Shakhmurov	Antalya Bilim University, Antalya, Turkey
r -SMALL ELEMENTS IN LATTICES	Narmin Bayat Celil Nebiyev	Ondokuz Mayıs University, Samsun, 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-3, Hall-3

18.04.2024

Moderator: Dr. Hummet K. Musaev

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 16:00 – 18:00

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Title	Author(s)	Affiliation
NONLOCAL QUASILINEAR ELLIPTIC EQUATIONS IN WEIGHTED SPACES	Hummet K. Musaev	Baku State University, Baku, Azerbaijan
ÇOXÖLÇÜLÜ ZOLAQDA DALĞA TƏNLİYİ ÜÇÜN ZAMANA GÖRƏ TÖRƏMƏ SƏRHƏD ŞƏRTİNƏ DAXİL OLAN QARIŞIQ MƏSƏLƏNİN HƏLLİNİN $t \rightarrow +\infty$ OLDUQDA TƏDQIQI	Seymur Süleymanov	ADPU
THE CAUCHY PROBLEM FOR PARABOLIC NONLOCAL DIFFERENTIAL OPERATORS EQUATIONS	Hummet K. Musaev Aytac A. Nabieva	Baku State University, Baku, Azerbaijan
STEM IN MATHEMATICS TEACHING – MATHEMATICAL MODELING IMPACT ON PROBLEM SOLVING AND MODELING SKILLS	Aynurə Binnətova Bəhman Məmmədov Nərmin Mənsimova	Bakı Slavyan Universiteti
INTEGRATION OF ALGEBRA AND GEOMETRY: RELATIONSHIPS BETWEEN ALGEBRAIC EXPRESSION, GEOMETRIC FIGURE, AND GEOMETRIC SPACE, IN THE EXAMPLE OF A STRAIGHT LINE AND A RAY	Aynurə Binnətova Bəhman Məmmədov Şəfəq Yaqubova	Bakı Slavyan Universiteti

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-3, Hall-4

18.04.2024

Moderator: Abubakar Muhammad Sani

Meeting ID: 851 7785 3338 / Passcode: 171817

Baku Local Time: 16:00 – 18:00

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

Title	Author(s)	Affiliation
TECHNOLOGICAL STUDY AND DIELECTRIC PROPERTIES OF LIZARDITE-BASED CERAMICS	Youssef ARKAME, Achraf HARRATI, Abdeslam EL BOUARI, Chaouki SADIK	Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco
ELECTRODEPOSITION OF Ni _x CO ₃ O ₄ /NF ELECTRODE AS A HIGHLY EFFICIENT AND ULTRA-STABLE CATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION AND OXYGEN EVOLUTION REACTION	Muhammad Shoaib, Muhammad Yasin Naz, Shazia Shukrullah, Ning Wang, Rishmail Saleem, Bilal Shoukat	University of Science and Technology Beijing, China University of Agriculture Faisalabad, Pakistan
COMPARATIVE STUDY: SIMULTANEOUS UTILIZATION OF MICROBIAL FUEL CELLS FOR ELECTRICITY GENERATION AND WASTEWATER TREATMENT	Siham ELMAZOUZI, H. Mabrak, F. Allali, A. Zourif, A. Salim, Y. Ghandi, I. Zerdani, N. Touach, A. Benzaouak, Y. Naimi	Hassan II University of Casablanca, Morocco Mohammed V University in Rabat, Morocco
ANALYSIS OF THERMAL RADIATION AND OHMIC HEATING EFFECTS ON THE ENTROPY GENERATION OF MHD WILLIAMSON FLUID THROUGH AN INCLINED CHANNEL	Amine El Harfouf, Sanaa Hayani Mounir, Abderrahim Wakif	Sultan Moulay Slimane University, Morocco. Hassan II University, Morocco
HYDROGEN GENERATION VIA SOLAR PHOTOELECTROCHEMICAL METHODS EMPLOYING DYE SENSITIZERS	Wadiae EL BAHRAMI, Hassan MABRAK, IMANE BOUMANCHAR, YOUSSEF NAIMI	Hassan II University of Casablanca, Morocco
DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF COMPOSITE NANOFILTRATION MEMBRANES BASED ON POLYSULFONE MECHANICAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION AND STUDY OF THE EFFECT OF TiO ₂ NANOPARTICLES	Boubekeur Razika, Hadjou Belaid Zakia, Abdoune Fatima Zohra	Université de Tlemcen, Algérie
ISOLATION, IDENTIFICATION AND ANTIBIOTIC RESISTANCE PATTERN OF BACTERIA IN HERBAL MIXTURE SOLD IN JEGA METROPOLIS, KEBBI STATE, NIGERIA	Abubakar Muhammad Sani, Muhammad S.M	KSUST, Nigeria
TURMERIC FARMERS AND THEIR MASS MEDIA EXPOSURE LEVEL IN DHARMAPURI DISTRICT OF TAMIL NADU IN INDIA	Arunkumar R, C. Dhivya	Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Tamil Nadu, India.

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.

PHOTO GALLERY



MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



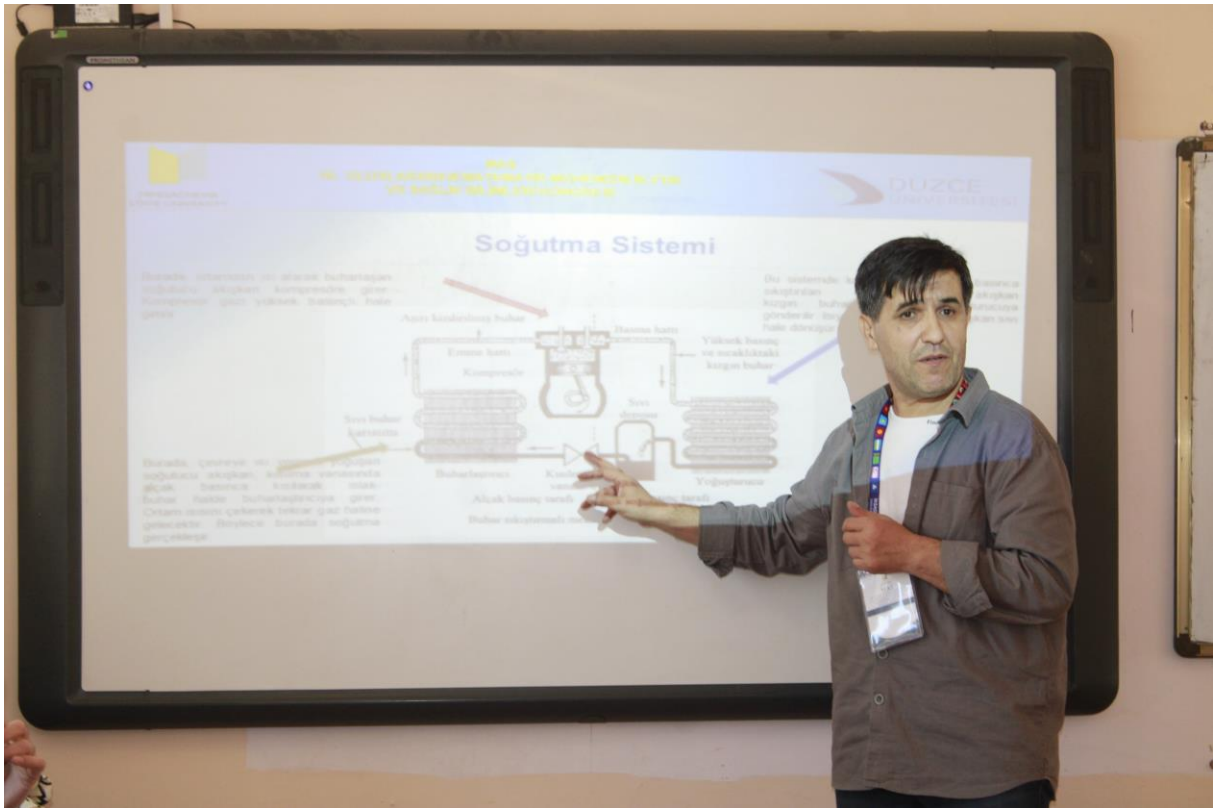
PROCEEDINGS BOOK

MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



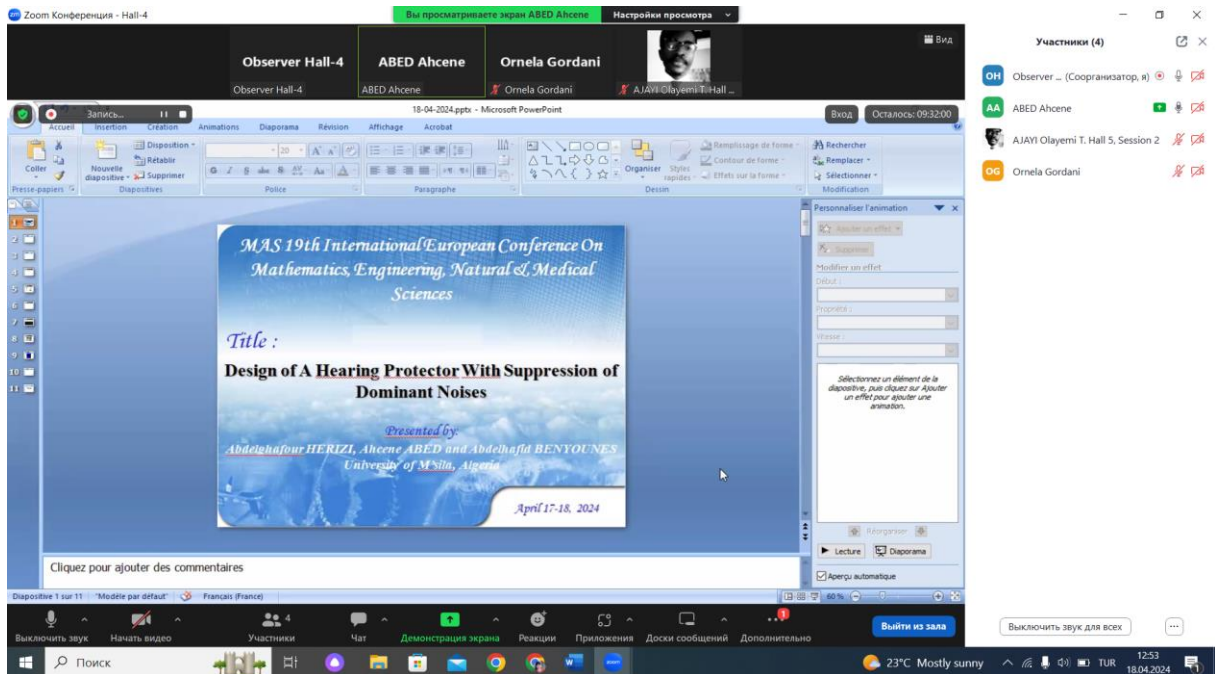
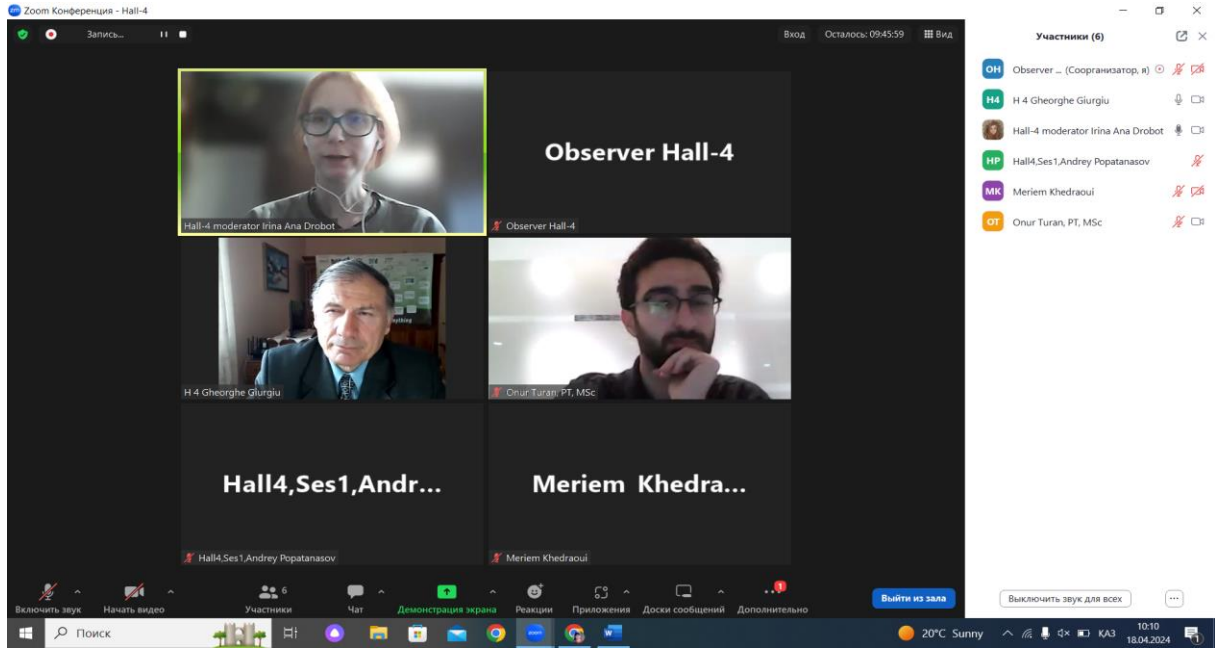
MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



PROCEEDINGS BOOK

MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



CONTENTS

AUTHOR	TITLE	No
<i>Hatice ER Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ Ertan EROL</i>	USE OF RFID TECHNOLOGY IN TRANSFER OF LEATHER AND LEATHER PRODUCTS	1
<i>Major Gheorghe GIURGIU Manole COJOCARU</i>	THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS	12
<i>Vaqif Şahismayıl oğlu Abdullayev Sabir Nəriman oğlu Babuşov Əfsanə Məzahir qızı Mürsəlova</i>	QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN TAM HƏLLƏRİ HAQQINDA	13
<i>Efegbere, Henry Akpojubaro Eze Tochukwu Hyacinth Tabowei Benjamin Olufunke Onaadepo Akpojisheri Erhuvwu Obataze Akpoyovwere Alenoghena O. Innocent</i>	APPLICABILITY WITH BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AMONG HEALTHCARE WORKERS IN A TERTIARY HOSPITAL IN EDO NORTH SENATORIAL ZONE, EDO STATE	19
<i>Binyam Zigta</i>	NUMERICAL STUDY OF PHYSIOLOGICAL BLOOD FLOW WITH STRETCHING CAPILLARY ON MHD MICROPOLAR FLUID	37
<i>Kazım KILIÇ İbrahim Alper DOĞRU</i>	THE EFFECT OF SINGLE-VARIABLE ATTRIBUTE SELECTION METHODS ON CLASSIFICATION PERFORMANCE IN ANDROID MALWARE DETECTION VIA PERMISSION INFORMATION	38
<i>Elif Ünal ÇAYIR Necaattin BARIŞCI</i>	CLASSIFICATION OF PLANT DISEASES WITH DEEP LEARNING	47
<i>Adem Doğangün Muneeb Jadallah Muhammed Şahin</i>	INVESTIGATING OF FOUNDATION SYSTEMS IMPLEMENTED IN HISTORICAL BUILDINGS	55
<i>Ferzan KATIRCIOĞLU Zafer CİNGİZ</i>	REMOTE DETECTION OF MECHANICAL FAULTS IN REFRIGERATION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS	64
<i>Şenol ŞİRİN Emine ŞİRİN</i>	INVESTIGATION OF TURNING PERFORMANCE OF AISI 321 STAINLESS STEEL UNDER ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COOLING/LUBRICATION CONDITIONS	76

<i>Rasmiyya AMİRASLANOVA</i>	PROGRAM IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS OF SECURITY LEVEL OF ELECTRONIC EDUCATION DATABASE IN PYTHON	85
<i>Enes ÖZEN Tuğrul OKTAY</i>	REVIEW OF CARGO DRONE DESIGN AND CAPABILITIES	87
<i>Arzu MAMMADOVA Özkan ÖZDEN</i>	USE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY NANOMATERIALS SYNTHESIZED WITH GREEN CHEMISTRY APPROACH IN THE FOOD INDUSTRY	93
<i>Dilek BİRİNCİ İsa AVCI</i>	A SURVEY OF INTRUSION DETECTION SYSTEMS AND COMPARATIVE ANALYSIS	95
<i>Cansu ÖZDER Musa ATAR</i>	THE EFFECT OF VARNISHES MODIFIED WITH DIFFERENT NANO MATERIALS ON COLOUR DESIGN IN WOOD MATERIALS	110
<i>Ertan EROL Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ Hatice ER</i>	EVALUATION OF DUST CARRIED OUT THE MECHANICAL PROCESSES OF DOUBLE-FACE MANUFACTURING IN TERMS OF WORKER HEALTH AND SAFETY	127
<i>Vüqar Sabir oğlu Mustafayev</i>	ŞƏHƏRLƏRİN İNKİŞAFINDA NƏQLİYYATIN ARTAN ROLU	134
<i>Leyla Vüqar qızı İsmayılzadə</i>	RİYAZİYYAT VƏ İNFORMATİKA ARASINDA ƏLAQƏ	137
<i>Fatmanur ŞERBET Turgay KAYA</i>	PERFORMANCE ANALYSIS OF CHAOTIC INITIALIZED ADAPTIVE HARRIS HAWKS OPTIMIZATION ALGORITHM AND ITS APPLICATION IN MULTI-LEVEL THRESHOLDING	139
<i>Furkan BAŞOĞLU Mustafa Özgür BORA Ender Can YAKAR</i>	DETERMINATION OF THE VARIATION OF ABSORPTION ENERGY AND DAMAGE AREA IN THICK LAYERED COMPOSITES UNDER DROP WEIGHT IMPACT LOADING BY MODELLING THE SYMMETRY OF THE FULL MODEL	141
<i>Celil NEBİYEY Hasan Hüseyin ÖKTEN</i>	ON WEAKLY r -SUPPLEMENTED MODULES	150
<i>Celil NEBİYEY Hasan Hüseyin ÖKTEN</i>	ON COFINITELY r -SUPPLEMENTED MODULES	154
<i>Veli B. Shakhmurov</i>	REGULARITY PROPERTIES OF NONLOCAL GINZBURG-LANDAU TYPE EQUATIONS AND APPLICATIONS	158
<i>Celil NEBİYEY Hasan Hüseyin ÖKTEN</i>	ON AMPLY r -SUPPLEMENTED MODULES	159
<i>Aida Sahmurova Veli Shakhmurov</i>	PHASE-SPACE ANALYSIS OF TUMOR GROWTH WITH AN IMMUNE RESPONSES	163
<i>Muhammed KARA Yüksel TERZİ Mehmet Ali CENGİZ</i>	CUSTOMER BEHAVIOR ANALYSIS WITH BIG DATA ANALYTICS	164
<i>Soner GENCER Gülçin TEKİN</i>	ANALYSIS OF THE TIME-DOMAIN STRUCTURE-SOIL DYNAMIC INTERACTION	170

<i>Hazal PARLAK Burakhan ÇUBUKÇU</i>	VGG-19 BASED MULTICLASS MODEL FOR OVARIAN CANCER CLASSIFICATION FROM HISTOPATHOLOGIC IMAGES	172
<i>Muhammed Arslan</i>	THERMODYNAMIC AND THERMOECONOMIC ANALYSIS AND MULTI-DIMENSIONAL OPTIMIZATION WITH DIFFERENT OPTIMIZATION METHODS OF AFYON BIOGAS POWER PLANT MULTI-HYDROGEN PRODUCTION PROCESS	182
<i>Narmin BAYAT Celil NEBİYEV</i>	r-SMALL ELEMENTS IN LATTICES	198
<i>Türkay AKBAŞ</i>	SERUM FOLATE LEVELS IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE PATIENTS ADMITTED TO THE INTENSIVE CARE UNIT DUE TO ACUTE RESPIRATORY FAILURE	201
<i>Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ</i>	PERIOPERATIVE PAIN MANAGEMENT IN CATS AND DOGS: PREVENTIVE ANALGESIA	202
<i>Selma ÇUHADAR Ülkü SOYDAL</i>	STARCH MODIFIED AESO BIOPOLYMER FILMS	204
<i>Arunkumar R C. Dhivya</i>	TURMERIC FARMERS AND THEIR MASS MEDIA EXPOSURE LEVEL IN DHARMAPURI DISTRICT OF TAMIL NADU IN INDIA	205
<i>İradə MƏMMƏDOVA</i>	RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ İDRAK FƏALLİĞİNİN ARTIRILMASINDA MƏSƏLƏ HƏLLİNİN ROLU	206
<i>Büşra YÜKSEL</i>	TREATMENT MANAGEMENT OF NONVITAL TEETH WITH INCOMPLETE ROOT FORMATION	211
<i>Ülkü GÜNEŞ Esengül TOPAL ÇOLAK</i>	MEDICAL DEVICE-RELATED PRESSURE INJURY KNOWLEDGE OF TURKISH INTERNSHIP NURSING STUDENTS	212
<i>Ali OĞUL Ali Alper SOLMAZ</i>	USE OF CABAZITAXEL IN CASTRATION- RESISTANT PROSTATE CANCER: A SINGLE CENTER EXPERIENCE	219
<i>Ali OĞUL Ali Alper SOLMAZ</i>	PNEUMONIA DUE TO NIVOLUMAB TREATMENT IN A PATIENT WITH UVEAL MELANOMAS: A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW	221
<i>Tuba BÜYÜKSİRİT BEDİR</i>	EFFECTS OF USING PLANT EXTRACTS IN EDIBLE FILM AND COATINGS	223
<i>Hakan BAYRAK</i>	EFFECT OF WATER CURING REGIME ON THE MECHANICAL AND FRACTURE CHARACTERIZATION OF GEOPOLYMER CONCRETE	226
<i>Hakan ÖZEN Enes ÖZEN</i>	ELDERLY AND DISABLED CARE IN SUSTAINABLE BUILDINGS	233

<i>Ferzan KATIRCIOĞLU</i> <i>Zafer CİNGİZ</i>	REMOTE DETECTION OF MECHANICAL FAULTS IN REFRIGERATION SYSTEMS USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS	241
<i>Mehmet BULDUK</i> <i>Ercan GÜNEŞ</i> <i>Veysel CAN</i>	NURSING INTERVENTIONS BEFORE AND AFTER CATHETERISATION IN CHILDREN WITH ATRIAL SEPTAL DEFECT, VENTRICULAR SEPTAL DEFECT AND PULMONARY DUCTUS ARTERIOSUS	254
<i>Cenk MUALLAOĞLU</i> <i>Beyza KARADEDE ÜNAL</i>	USE OF DIGITAL METHODS FOR MAXILLOFACIAL PROSTHETIC MANUFACTURING	256
<i>Vaqif ABDULLAYEV</i> <i>Sabir BABUŞOV</i> <i>Əfsanə MÜRSƏLOVA</i>	QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN TAM HƏLLƏRİ HAQQINDA	262
<i>Onur ÇINAR</i> <i>Zafer KÜTÜĞ</i>	SOLUTION OF COMPOSITE STRIP PLATES WITH LOCAL CURVATURE USING FINITE DIFFERENCES METHOD	268
<i>J. Yeshwanth</i> <i>S. Kalaivanan</i>	THE SHORT REVIEW ON THE LIVER DISEASE IN PREGNANCY	270
<i>Isyaku Nike Tawakaltu</i> <i>Suleiman Jafaru</i> <i>Muawuya Ibrahim</i> <i>Tolulope James</i>	A SURVEY ON TICKS AND TICK-BORNE PARASITES IN CATTLE SLAUGHTERED AT JEGA ABATTOIR, KEBBI STATE, NIGERIA	271
<i>G.KUSHAL</i> <i>AKSHAY JILLA</i> <i>K.SRAVAN</i>	BOOLEAN ALGEBRA	272
<i>Çağla ERDEM ÖZTAŞ</i> <i>Sencer ÜNAL</i>	PEDESTRIAN DETECTION IN THERMAL CAMERA IMAGES FOR ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS	273
<i>Eyup KOCAK</i>	NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SOLAR AIR HEATER DESIGN ON HEAT TRANSFER	275
<i>Süleyman Emre DAĞTEKE</i> <i>Sencer ÜNAL</i> <i>Musab COŞKUN</i>	ESTIMATION OF HARMONICS IN ON-GRID PV POWER SYSTEMS WITH MACHINE LEARNING	288
<i>Süleyman Emre DAĞTEKE</i> <i>Sencer ÜNAL</i>	DETECTION AND ELIMINATION OF HARMONICS IN SOLAR POWER PLANT GRID INTEGRATION	290
<i>Irina-Ana DROBOT</i>	ADAPTATIONS OF FREUD'S PSYCHOANALYSIS: TOWARDS OTHER DOMAINS AND TOWARDS POPULAR SCIENCE	292
<i>Aidə Mübariz qızı Mustafayeva</i> <i>Elmira Nəriman qızı İsrafilova</i> <i>Almaz Əli qızı Əliyeva</i> <i>Elnur Oqtay oğlu Xəlilov</i>	MECHANISMS OF COMBATING CYBERTHREATS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	297
<i>Ruslan Əliyev</i>	MAQNIT REZONANS ANGIOQRAFIYA	299

<i>Mümine Yıldır Bedriye Ucpinar Durmaz Ayse Aytac</i>	THE PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF ANTIBACTERIAL POLY (BUTYLENE SUCCINATE) (PBS) AND SODIUM CASEINATE (NACAS) BLENDS FOR PACKAGING APPLICATIONS	301
<i>Малахат Фаррух кызы Исмаилова Мамедов Мехеммед Назим озлы</i>	ON SOME ESTIMATES FOR THE NORM OF INTERMEDIATE DERIVATIVE OPERATORS	303
<i>Seda Cansu YENİĞÜN Seçil TAYLAN İlknur ÖZKAN</i>	NONPHARMACOLOGICAL METHODS USED IN PAIN MANAGEMENT IN CYSTOSCOPY	307
<i>Seda Cansu YENİĞÜN İlknur ÖZKAN Seçil TAYLA</i>	THE LAST 10 YEARS OF WORK STRESS AND NURSING-RELATED ARTICLES: BIBLIOMETRIC ANALYSIS	312
<i>Mehman RƏSULOY Sahib MUSTAFAYEV</i>	İTERPOLYASIYA ÇOXHƏDLİSİNİN ƏDƏDİ DİFERENSİALLANMASI VƏ İNTEQRALLANMASI	319
<i>Gönül DÜZGÜN Gökşen POLAT Elif ÜNSAL AVDAL Funda SOFULU</i>	EFFECT OF VARIABLES OF SOCIODEMOGRAPHIC ON DISEASE MANAGEMENT SKILLS ON INDIVIDUALS WITH TYPE 1 AND TYPE 2 DIABETES RECEIVING INSULIN THERAPY	325
<i>Melike ESEN GÜNGÖR Mehmet ÖZDEMİR</i>	A QUASI IMPEDANCE SOURCE INVERTER BASED PV-BATTERY ASSISTED RESIDENTIAL NANO-GRID	327
<i>Osman Bedrettin KARATAŞ Kemal Furkan SÖKMEN</i>	IMPROVEMENT OF THE THERMAL PERFORMANCE OF ELECTRONIC POWER ELEMENTS ON A CIRCUIT BOARD USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS	329
<i>İsmail HOŞ Levent AYDIKBAKAR</i>	DEVELOPING A COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SOLVER by RESIDUAL-BASED VARIATIONAL MULTISCALE METHOD for LID-DRIVEN CAVITY FLOW with VARIOUS OBSTACLE CONFIGURATIONS	341
<i>Elif AYDIN Cem ÖZKURT</i>	RAPID ASSISTANCE IN EARTHQUAKES: FINDING THE SHORTEST PATH USING THE DIJKSTRA ALGORITHM	342
<i>Baiju Thomas</i>	PROMOTING BUDDHIST FOOD ETHICS FOR GLOBAL SUSTAINABILITY: A CRITICAL REVIEW STUDY	347
<i>Onur TURAN Filiz CAN</i>	THE EFFECTS OF EXERCISE TRAINING WITH BLOOD FLOW RESTRICTION ON LOWER EXTREMITY MUSCLE STRENGTH AND BALANCE	355
<i>Rövşən BABAYEV</i>	A GENERALIZED SOBOLEV-MORREY SPACE WITH A NUMBER OF "SMOOTHNESS INDICES 2"	357

<i>SEYMUR SÜLEYMANOV</i>	ÇOXÖLÇÜLÜ ZOLAQDA DALĞA TƏNLİYİ ÜÇÜN ZAMANA GÖRƏ TÖRƏMƏ SƏRHƏD ŞƏRTİNƏ DAXİL OLAN QARIŞIQ MƏSƏLƏNİN HƏLLİNİN $t \rightarrow +\infty$ OLDUQDA TƏDQIQI	363
<i>Hummet K. Musaev Aytac A. Nabieva</i>	THE CAUCHY PROBLEM FOR PARABOLIC NONLOCAL DIFFERENTIAL OPERATORS EQUATIONS	370
<i>Cavadova Aytac Murad qızı Həsənli Fəridə Vaqif qızı</i>	GREEN CONCEPT IN KARABAKH: ECOLOGICAL VIEW AND SOLIDARITY TRENDS FOR A HEALTHY FUTURE	372
<i>Deniz ADIGÜZEL Serkan TÜYLÜ İsmail DEMİR</i>	EVALUATION OF THE STRENGTH EFFECTS OF BORON AND SILICA MINING TAILINGS SUBSTITUTED IN CONCRETE IN TERMS OF POLLUTION AND PARTICLE SURFACE CHARGES	374
<i>Serkan TÜYLÜ Deniz ADIGÜZEL İsmail DEMİR</i>	INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MIXTURES MADE WITH SILICA TAILINGS IN TERMS OF PASTE MATERIAL	379
<i>Sanjay.B Shaik Arshad Lohith Pavankumar Reddy Lalitha Ramachandran</i>	VISION X	385
<i>Ayesha Ghias Aisha Ghulam Mustafa M. Huzaiifa Ali Mishal Shoaib Dar Fareeha Nawab</i>	EXPLORING THE INTERPLAY OF SEDENTARY LIFESTYLE, DIETARY CHOICES, OBESITY, AND TYPE 2 DIABETES	386
<i>Deepika D Divya shri S Suganthi P</i>	HARNESSING MATHEMATICS FOR ENHANCED CROP PRODUCTION AND SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY: EMIRICAL INSIGHTS BIOTECHNOLOGY	387
<i>Tanzeela Asghar Abdul Ghaffar Muhammad Yasin Naz Shazia Shukrullah</i>	SIMULATION-BASED STUDY OF SILVER NANOSTRUCTURES FOR HYPERTHERMIA TREATMENT IN CANCER VIA FINITE ELEMENT ANALYSIS	390
<i>A.M Sani Muhammad S.M BG. Jega Salmanu Shw aibu</i>	DETECTION, CHARACTERIZATION AND ANTIBIOTIC RESISTANCE PATTERN OF BACTERIA IN HERBAL MIXTURE SOLD IN JEGA METROPOLIS, KEBBI STATE, NIGERIA	391
<i>P R Ashwin Karthikeyan Lalitha Ramachandran</i>	DISCRETE MATHEMATICS FOR ROBUST TELECOMMUNICATION SYSTEMS: ERROR CORRECTION AND DATA COMPRESSION PROJECT STATISTICAL METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT: QUANTIFYING CHANGES AND PREDICTING IMPACTS	397

<i>Amine El Harfouf</i> <i>Sanaa Hayani Mounir</i> <i>Abderrahim Wakif</i>	ANALYSIS OF THERMAL RADIATION AND OHMIC HEATING EFFECTS ON THE ENTROPY GENERATION OF MHD WILLIAMSON FLUID THROUGH AN INCLINED CHANNEL	398
<i>Wadiae EL BAHRAMI</i> <i>Hassan MABRAK</i> <i>IMANE BOUMANCHAR</i> <i>YOUSSEF NAIMI</i>	HYDROGEN GENERATION VIA SOLAR PHOTOELECTROCHEMICAL METHODS EMPLOYING DYE SENSITIZERS	399
<i>Mohammed OUINTEN</i> <i>Riyadh ROUABHI</i> <i>Abdelghafour HERIZI</i> <i>Bachir BENDJAÏMA</i> <i>Abdelmoumin Ouali</i>	MODELING AND SIMULATION OF THE DOUBLE FED INDUCTION MACHINE FOR BOTH MOTOR AND GENERATOR OPERATING MODES	400
<i>Boubekeur Razika</i> <i>Hadjou Belaid Zakia</i> <i>Abdoune Fatima Zohra</i>	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF COMPOSITE NANOFILTRATION MEMBRANES BASED ON POLYSULFONE MECHANICAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION AND STUDY OF THE EFFECT OF TiO ₂ NANOPARTICLES	401
<i>Sikirulai Abolaji AKANDE</i> <i>Ibrahim ISAH</i> <i>Almusbahu ABDULRAHIM</i> <i>Olufemi Adesola ADEDAYO</i>	MULTI-CRITERIA DECISION MODELS FOR OPTIMAL ECOSYSTEM-BASED MANAGEMENT ASSESSMENT	402
<i>Nahide DAKHCH</i> <i>Fatiha BENAMAR</i>	EXPLORING PROXIMITY: A GROWTH DRIVING CIRCUIT IN RESPONSE TO CHANGING CONSUMER PREFERENCES IN THE RETAIL SECTOR	403
<i>Ghanshyam Barman</i>	NEW TECHNOLOGIES RESHAPING THE NEWS MEDIA LANDSCAPE AT EQUILIBRIUM	404
<i>Ayesha Siddique</i> <i>Farrukh Jamal</i> <i>Abdus Saboor</i> <i>Shakaiba Shafiq</i>	QUANTILE REGRESSION ANALYSIS ON THE NEW UNIT NADARAJAH AND HAGHIGHI DISTRIBUTION	406
<i>Meriem Khedraoui</i> <i>El Mehdi Karim</i> <i>Hassan Nour</i> <i>Abdelkbir Errougui</i> <i>Samir Chtita</i>	EXPLORING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CAROTENOIDS AS PROMISING NATURAL ACHE INHIBITORS IN THE TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE	407
<i>M.Brijesh</i> <i>Balapriyan.R</i> <i>Lalitha Ramachandran</i>	TRAFFIC FLOW OPTIMIZATION FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS	408
<i>Zainab Hussain Abdulshaheed</i> <i>Mohanad Hazim Halboos</i>	EVALUATION OF GROUNDWATER QUALITY IN SOME AREAS NEAR THE BAHR AL-NAJAF / IRAQ	409
<i>Muhammad Shoab</i> <i>Muhammad Yasin Naz</i> <i>Shazia Shukrullah</i> <i>Ning Wang</i> <i>Rishmail Saleem</i> <i>Bilal Shoukat</i>	ELECTRODEPOSITION OF Ni _x CO ₃ O ₄ /NF ELECTRODE AS A HIGHLY EFFICIENT AND ULTRA-STABLE CATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION AND OXYGEN EVOLUTION REACTION	410

<i>Siham ELMAZOUZI</i> <i>H. Mabrak</i> <i>F. Allali</i> <i>A. Zourif</i> <i>A. Salim</i> <i>Y. Ghandi</i> <i>I. Zerdani</i> <i>N. Touach</i> <i>A. Benzaouak</i> <i>Y. Naimi</i>	COMPARATIVE STUDY: SIMULTANEOUS UTILIZATION OF MICROBIAL FUEL CELLS FOR ELECTRICITY GENERATION AND WASTEWATER TREATMENT	411
<i>Andrey Popatanasov</i> <i>Elitsa Petrova</i>	PASOORI - THE PAKISTANI "FLOWER-BOMB" THAT WIPED OUT THE DIVISIONS AND UNITED THE PEOPLE OVER THE GLOBAL CYBERSPACE. SOME TRENDS AND PSYCHOLOGICAL NOTES	413
<i>Abdelghafour HERIZI</i> <i>Ahcene ABED</i> <i>Abdelhafid BENOYUNES</i>	DESIGN OF A HEARING PROTECTOR WITH SUPPRESSION OF DOMINANT NOISES	414
<i>PRITHIVIRAJ K</i> <i>AJAYDESOUZA V</i> <i>SIVASURIYAN K</i> <i>KATHIRAVAN P</i> <i>GUNASEKAR G</i>	MARKER ASSISTED SELECTION IN BIOFORTIFICATION THROUGH CROP BREEDING	415
<i>Klodiana Bani</i> <i>Ornela Gordani</i>	BAYESIAN NETWORK MODEL FOR MODELLING COVID-19 IN ALBANIA	416
<i>Youssef ARKAME</i> <i>Achraf HARRATI</i> <i>Abdeslam EL BOUARI</i> <i>Chaouki SADIK</i>	TECHNOLOGICAL STUDY AND DIELECTRIC PROPERTIES OF LIZARDITE-BASED CERAMICS	417
<i>Almaz Aliyeva</i> <i>Asuda Abdurrahmanova</i>	UI/UX DESIGN – AS A PROVIDER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE DIGITAL SOCIETY	418
<i>Sariya I.Allahverdiyeva</i>	SOLVING A CLASS BOUNDARY PROBLEM	419
<i>Asadova Maryam Yahuzar</i>	OPTIMIZING ENERGY EFFICIENCY THROUGH IOT APPLICATIONS IN SMART URBAN ENVIRONMENTS	422
<i>Səadət Yaşar qızı Şıxəliyeva</i>	INCREASING THE CAPACITY OF ELECTRICAL TRANSMISSION LINES	423
<i>Ajayi Olayemi T.</i>	EXPLORING THE IMPACT OF VISUAL AIDS ON MATHEMATICAL LEARNING: A GRAPHIC DESIGN PERSPECTIVE FOR EDUCATION ENHANCEMENT	429
<i>Mihriban ULUCAN</i> <i>Özlem DOĞAN YÜKSEKOL</i>	GLOBAL WARMING IN THE CONTEXT OF WOMEN'S HEALTH	431
<i>Gamze YÜKSEKOL</i> <i>Mikail ABDİOĞLU</i> <i>Mihriban ULUCAN</i>	PSYCHOSOCIAL FACTORS AFFECTING PARENTS' USE OF COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE TREATMENTS IN CHILD HEALTH	436
<i>Nuriyeva Validə</i> <i>Əhmədova Nərmən</i> <i>İslamova Dinarə</i>	VEB TƏHLÜKƏSİZLİKDƏ HÜCUMLARIN TƏHLİLİ VƏ İŞLƏNMƏ PROSESİ	442

<i>Səbinə İmdad qızı Əliyeva</i> <i>Aysu Habil qızı Süleymanova</i>	ADVANTAGES AND CHALLENGES OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN MANAGEMENT AREAS	444
<i>Elsevər Sadəddin oğlu Cəfərli</i>	INCREASING EFFICIENCY IN ENERGY COLLECTION AND STORAGE	446
<i>Muradzadə Elvin</i>	SÜNNİ İNTELLEKTƏ ƏSASLANAN KİBER RİSKLƏRİN VƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİN İDARƏ EDİLMƏSİ	447
<i>Aynurə Binnətova</i> <i>Bəhman Məmmədov</i> <i>Nərmin Mənsimova</i>	STEM IN MATHEMATICS TEACHING – MATHEMATICAL MODELING IMPACT ON PROBLEM SOLVING AND MODELING SKILLS	448
<i>Aynurə BİNNƏTOVA</i> <i>Bəhman MƏMMƏDOV</i> <i>Şəfəq YAQUBOVA</i>	INTEGRATION OF ALGEBRA AND GEOMETRY: RELATIONSHIPS BETWEEN ALGEBRAIC EXPRESSION, GEOMETRIC FIGURE, AND GEOMETRIC SPACE, IN THE EXAMPLE OF A STRAIGHT LINE AND A RAY	449
<i>Elvin QASIMOV</i>	MODERNIZATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN MEGA CITIES IN THE CONTEXT OF IMPLEMENTATION OF THE GREEN TRANSPORT CONCEPT	460
<i>Mahir İSMAYILOV</i>	POSSIBILITIES OF USING ALTERNATIVE ENERGY (ENVIRONMENTAL HARM OF THERMAL POWER PLANTS)	465
<i>Qaragöz Kərimov</i>	FACTORS INFLUENCING THE REGULATION OF SPEED REGIMES	469
<i>Rovshan BABAYEV</i>	A GENERALIZED SOBOLEV-MORREY SPACE WITH A NUMBER OF “SMOOTHNESS INDICES 2 ^m ”	476
<i>Liliya Çingiz qızı Süleymanova</i> <i>Sveta Xalid qızı Bəkirova</i>	AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA YAŞIL İQTİSADİYYATIN İLKİN İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ	484
<i>Tofiq ORUCOV</i> <i>Lalə RZAYEVA</i> <i>Aysel ƏLİYEVA</i>	FORMATION OF STUDENTS' DIVERGENT SKILLS IN THE PROCESS OF MATHEMATICS EDUCATION	488
<i>Elsevər Sadəddin oğlu Cəfərli</i>	INCREASING EFFICIENCY IN ENERGY COLLECTION AND STORAGE	492
<i>Şəbnəm Sadiq qızı Nəsirova</i> <i>Ceyhun Bəşir oğlu Əlizadə</i> <i>Elçin Nağı oğlu Tağıyev</i>	THE INTERNET OF THINGS: SMART HOMES AND SECURITY IN A DIGITAL WORLD	495

**DERİ VE DERİ ÜRÜNLERİNİN TRANSFERLERİNDE RFID TEKNOLOJİSİNİN
KULLANIMI**

USE OF RFID TECHNOLOGY IN TRANSFER OF LEATHER AND LEATHER PRODUCTS

Dr. Öğr. Üyesi Hatice ER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2125-7406

Doç. Dr. Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4749-336X

Öğr. Gör. Ertan EROL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-2595-9387

ÖZET

Deri ve deri ürünleri endüstrisinde RFID, ürün takibi, envanter yönetimi ve müşteri deneyimini iyileştirme gibi alanlarda etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Deri sektöründe RFID'in benimsenmesi, ürünlerin takibi, envanter yönetimi ve müşteri deneyimini geliştirme konularında önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar arasında hızlı ve doğru envanter kontrolü, müşteri deneyimi ve satış artışı, üretim süreçlerinin izlenmesi gibi unsurlar bulunmaktadır.

Gelecekte, RFID'in deri endüstrisindeki kullanımının daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Daha ince, esnek ve maliyet-etkin RFID çözümleri geliştirildikçe, teknolojinin benimsenmesi artacak ve sektörde rekabet avantajı sağlayacaktır. Ayrıca, IoT ile entegrasyon, veri güvenliği önlemlerinin artırılması ve sürdürülebilirlik odaklı uygulamaların geliştirilmesi gibi alanlarda gelecek beklenen gelişmeler arasında yer almaktadır.

Bu çalışma, deri ve deri ürünleri endüstrisinde RFID teknolojisinin önemini ve potansiyel avantajlarını ele almıştır. Sektördeki aktörlerin teknolojiyi nasıl etkili bir şekilde kullanabilecekleri konusunda bilgi sağlamayı amaçlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Deri ve deri ürünleri, RFID, ürün takibi

ABSTRACT

In the leather and leather products industry, RFID stands out as an effective tool in areas such as product tracking, inventory management and improving customer experience. Adoption of RFID in the leather industry provides significant advantages in tracking products, inventory management and improving customer experience. These advantages include elements such as fast and accurate inventory control, customer experience and sales increase, and monitoring of production processes.

In the future, the use of RFID in the leather industry is expected to become more widespread. As thinner, flexible and cost-effective RFID solutions are developed, the adoption of the technology will increase and provide a competitive advantage in the industry. In addition, integration with IoT is among the expected developments in areas such as increasing data security measures and developing sustainability-oriented applications.

This study discussed the importance and potential advantages of RFID technology in the leather and leather products industry. It aims to provide information on how actors in the sector can use technology effectively.

Keywords: Leather and leather products, RFID, product tracking

1.GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ve endüstriler arasındaki entegrasyonun artmasıyla birlikte, otomasyon ve izleme sistemleri önemli bir role sahip olmuştur. Bu bağlamda, Radyo Frekans Tanımlama (RFID) teknolojisi, nesnelerin kablosuz olarak tanımlanmasını, takip edilmesini ve yönetilmesini sağlayan bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (Maraşlı ve Çıbuk, 2015).

RFID, nesnelerin benzersiz bir şekilde tanımlanması ve bu tanımlamanın kablosuz olarak iletilmesini sağlayan bir teknoloji sistemidir. Temel olarak, RFID sistemi, bir RFID okuyucu tarafından gönderilen radyo dalgalarına yanıt veren etiketlerin kullanılması prensibine dayanır. Bu etiketler üzerinde depolanan bilgiler, bir nesnenin türü, özellikleri, üretim tarihi gibi çeşitli verileri içerebilir (Tanrıverdi, 2023).

RFID sistemi, büyük miktardaki veriyi hızlı bir şekilde okuma ve yazma yeteneği ile bilinir. Pasif etiketler (pil olmadan çalışan) ve aktif etiketler (pil içeren) olmak üzere iki ana türü bulunur. Bu teknoloji, endüstrilerdeki birçok alanda kullanılmakta olup, lojistikten perakendeye, sağlıktan üretime kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir (Dalkılıç, 2016).

Deri ve deri ürünleri endüstrisi, moda, tekstil ve lüks tüketim gibi çeşitli sektörleri kapsayan geniş bir yelpazede faaliyet göstermektedir. Bu sektörde RFID teknolojisinin kullanımı, bir dizi avantaj sağlamaktadır (Berber ve Keskin, 2021). Bu avantajlar, deri ve deri ürünleri endüstrisinde RFID'nin benimsenmesini teşvik etmekte ve sektördeki iş süreçlerini optimize etmeye yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Gashi, 2010).

2.DERİ TRANSFERLERİNDE RFID TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJLARI

Deri transferlerinde RFID teknolojisinin sağladığı avantajlar şunlardır (Taşkın ve ark., 2022):

Hızlı ve Doğru Envanter Kontrolü:

- RFID etiketleri, deri transferlerinde envanterin hızlı ve doğru bir şekilde takip edilmesini sağlar. Manuel envanter yönetimine kıyasla daha hızlı okuma ve veri toplama süreçleri, işletmelerin stok seviyelerini etkili bir şekilde yönetmelerine olanak tanır.

Otomatik Veri Toplama:

- RFID, manuel veri girişi ihtiyacını ortadan kaldırarak otomatik veri toplama sağlar. Bu sayede insan hatalarının azaltılması ve veri doğruluğunun artması mümkün olur.

İzlenebilirlik ve Takip:

- RFID etiketleri, deri transferleri sürecinde ürünlerin izlenebilirliğini artırır. Ürünlerin transfer aşamaları, lokasyonları ve zaman damgaları, gerçek zamanlı olarak kaydedilir, böylece tedarik zinciri boyunca tam bir izleme sağlanır.

Stok Yönetimi ve Takibi:

- RFID, stok yönetimi ve takibinde manuel işlemlere kıyasla daha etkili bir yöntem sunar. Stok seviyeleri otomatik olarak güncellenir ve işletmeler, talep tahminleme ve envanter optimizasyonu konularında daha bilinçli kararlar alabilir.

Hata Düzeltmeleri ve İzlenebilirlik:

- RFID etiketleri, hataları daha hızlı bir şekilde tespit etme ve düzeltme olanağı sağlar. Yanlış etiketleme veya yanlış transfer durumlarında, sistem otomatik olarak uyarı verir ve düzeltme süreci başlatılır.

Otomatik Stok Güncellemeleri:

- RFID, stok hareketleri ve transferleri otomatik olarak kaydeder. Bu, manuel stok güncellemelerine kıyasla daha hızlı ve hatasız bir şekilde stok takibini mümkün kılar.

Ürün Takibi ve Güvenliği:

- RFID etiketleri, ürünlerin transferler sırasında güvenli bir şekilde takip edilmesini sağlar. Bu, kayıp veya hırsızlık durumlarında hızlı müdahale ve kaynakların daha etkili bir şekilde korunmasını sağlar.

Müşteri Deneyimi ve Satış Artışı:

- RFID, müşterilere ürünlerle interaktif bir şekilde etkileşimde bulunma fırsatı sunar. Mağazalarda veya online platformlarda müşteriler, RFID etiketleri kullanarak ürünler hakkında daha fazla bilgi alabilir ve bu, müşteri deneyimini artırabilir.

Deri transferlerinde RFID teknolojisinin bu avantajları, işletmelerin daha etkili ve verimli bir şekilde çalışmasına katkıda bulunabilir, müşteri memnuniyetini artırabilir ve rekabet avantajı sağlayabilir (Okhan, 2021).

2.1. Stok Yönetimi

RFID teknolojisinin deri transferlerinde stok yönetimi ve takibi üzerindeki avantajları şu şekilde özetlenebilir (Evgen, 2017):

Gerçek Zamanlı Veri İzleme: RFID etiketleri, deri ürünlerinin stok hareketlerini gerçek zamanlı olarak izleyebilme imkanı sunar. Bu, depolardaki envanterin anlık durumunu takip etmeyi kolaylaştırır ve operasyonlarda hızlı karar almayı sağlar.

Otomatik Stok Güncellemeleri: RFID etiketleri, ürünlerin hareketlerini otomatik olarak kaydederek stok güncellemelerini hızlandırır. Bu sayede elle yapılan stok güncellemelerine kıyasla daha doğru ve güncel bilgiler elde edilir.

Hata Düzeltmeleri ve İzlenebilirlik: RFID sistemi, manuel hataların azalmasına yardımcı olur. Yanlışlıkla yanlış bir ürünün okunması durumunda, hatalı veri girişini düzeltmek ve ürünlerin izlenmesini sağlamak daha kolaydır.

Stok Tutma Maliyetlerinin Düşürülmesi: RFID etiketleri sayesinde daha etkili stok yönetimi yapılarak, depolama alanı daha iyi kullanılır ve stok tutma maliyetleri düşer.

Verimlilik Artışı: Gerçek zamanlı veri erişimi ve otomatik güncellemeler, stok yönetimi süreçlerini hızlandırarak genel depo verimliliğini artırır.

RFID teknolojisinin stok yönetimi ve takibi üzerindeki bu avantajları, deri transfer süreçlerinde daha etkili ve verimli operasyonların gerçekleştirilmesine olanak tanır. Bu da, maliyetleri düşürürken müşteri memnuniyetini ve lojistik süreçleri olumlu yönde etkiler (Kabakçı ve Ocak, 2019).

2.2. Hızlı ve Doğru Envanter Kontrolü

Hızlı ve doğru envanter kontrolü, bir işletmenin rekabet avantajını artırabilir ve operasyonel verimliliği optimize edebilir. Deri transferlerinde RFID teknolojisinin kullanılması, bu alanda önemli avantajlar sağlayabilir (Dida ve Ünal, 2009).

Gerçek Zamanlı Veri İzleme: RFID etiketleri, ürünlerin hareketlerini anlık olarak izleyebilme olanağı tanır. Bu, envanterdeki değişikliklere hızlı bir şekilde müdahale etmeyi ve gerektiğinde düzeltmeler yapmayı mümkün kılar.

Manuel Hataların Azalması: RFID, barkod sistemlerine göre daha hızlı ve doğru bir veri okuma sağlar. Bu da, manuel hataların azalmasına ve envanter kontrolünün doğruluğunun artmasına katkıda bulunur.

Zaman ve İş Gücü Tasarrufu: RFID etiketleri, manuel envanter sayımlarına göre daha hızlı çalışır. Bu, iş gücü maliyetlerini azaltır ve envanter kontrol süreçlerini daha verimli hale getirir.

Otomatik Alarm ve Bildirimler: RFID sistemi, belirlenen kritik envanter seviyelerini otomatik olarak izleyebilir ve eğer bir ürün stok seviyesi düşerse, kullanıcılara uyarılar gönderebilir. Bu, stok durumuyla ilgili hızlı kararlar almayı sağlar.

Esnek ve Dinamik Güncellemeler: RFID etiketleri, ürünlerin üzerinde taşınabilir ve çeşitli ortamlarda hızla okunabilir. Bu, ürünlerin çeşitli lojistik aşamalarda hızla güncellenmesine ve izlenmesine imkan tanır.

Hızlı ve doğru envanter kontrolü, işletmelerin talepleri daha hızlı karşılmasına, kayıpları minimize etmesine ve müşteri memnuniyetini artırmasına yardımcı olabilir. RFID teknolojisinin bu avantajları, deri transferlerinde operasyonel süreçleri daha etkili ve rekabetçi kılabilir (Ağaçdiken, 2007).

2.3. Ürün Takibi ve Güvenliği

Ürün takibi ve güvenliği, deri transferlerinde RFID teknolojisinin en kritik avantajlarından biridir. RFID'nin bu alanlarda sağladığı özellikler, ürünlerin tüm lojistik zincir boyunca izlenmesini ve güvenliğini artırmasını sağlar (Tekin ve ark., 2020).

Benzersiz Ürün Tanımlama: RFID etiketleri, her bir deri ürününe benzersiz bir tanımlayıcı ekler. Bu sayede her ürün özel bir dijital kimlik alır ve takibi mümkün olur.

Ürünlerin Tüm Lojistik Zinciri Boyunca İzlenmesi: RFID, ürünlerin üretim aşamalarından depolama alanlarına, taşıma süreçlerine ve satış noktalarına kadar tüm lojistik zincir boyunca izlenmesini sağlar. Bu, ürünlerin nerede olduğunu anlamak ve her aşamada güvenli bir şekilde takip etmek için kullanılır.

Hırsızlık Önleme ve Kayıp Azaltma: RFID etiketleri, her bir ürünün güvenli bir şekilde izlenmesini sağlayarak hırsızlık riskini azaltır. Eğer bir ürün kaybolduğunda, RFID sistemi bu kaybı hızla tespit edebilir ve gerekli önlemleri alabilir.

Ürün Güvenliği ve Sahtecilik Önleme: RFID, ürünlerin orijinalliğini doğrulamak ve sahteciliği önlemek için kullanılabilir. Her bir ürüne benzersiz bir tanımlayıcı eklenerek, müşterilere güvenilir ve orijinal ürünler sunulur.

Kalite Kontrol ve İzlenebilirlik: RFID etiketleri, ürünlerin üretim süreçlerini izlemek ve her bir aşamada kalite kontrolünü sağlamak için kullanılabilir. Bu, ürünlerin kalitesini artırır ve müşteri memnuniyetini sağlar.

Müşteri Güveni ve Bilinçliliği: RFID etiketleri, müşterilere ürünlerin tam geçmişi ve üretim bilgilerini sunarak şeffaflık sağlar. Müşteriler, aldıkları ürünler hakkında daha fazla bilgiye sahip olmanın güvenini yaşar.

Ürün takibi ve güvenliği alanındaki bu avantajlar, deri transferlerinde kullanılan RFID teknolojisinin ürün yönetimi süreçlerini güçlendirmesine ve endüstriye katma değer sağlamasına olanak tanır. (Evgen, 2017). Bu da, müşteri memnuniyetini artırır ve işletmelerin rekabet avantajını güçlendirir.

2.4. Müşteri Deneyimi ve Satış Artışı

Bu teknolojinin sunduğu özellikler, müşterilere daha bilgilendirici ve etkileşimli bir alışveriş deneyimi sunmayı amaçlar ve bu da satışları artırabilir (Durukal ve Arman, 2021).

Ürün Bilgisi ve İnteraktif Deneyim: RFID etiketleri, her bir ürüne benzersiz bir tanımlayıcı ekleyerek müşterilere ürünler hakkında detaylı bilgi sunma imkanı tanır. Bu, müşterilerin ürünlerin özellikleri, materyalleri, üretim süreci ve tarihçesi gibi detayları öğrenmelerini sağlar.

Mağaza İçi Deneyim: RFID teknolojisi, mağaza içinde interaktif deneyimler yaratmayı destekler. Müşteriler, ürünleri RFID okuyucuları aracılığıyla tarayarak ek bilgiler alabilir, renk ve beden seçeneklerini görebilir ve diğer ilgili ürünleri keşfetme imkanına sahip olabilir.

Kampanya ve İndirim Entegrasyonu: RFID etiketleri, özel kampanya ve indirimlere entegre edilerek müşterilere özel teklifler sunma imkanı sağlar. Bu, müşterilerin alışveriş yapma motivasyonunu artırabilir ve satışları tetikleyebilir.

Çevrimiçi Alışveriş Deneyimi: RFID teknolojisi, çevrimiçi alışveriş platformlarında da kullanılabilir. Müşteriler, ürünleri daha yakından inceleme, detaylı bilgi alma ve online alışverişlerinde daha bilinçli kararlar alma konusunda desteklenir.

Ürün Geçmişi ve Sürdürülebilirlik Bilgisi: RFID etiketleri, ürünlerin sürdürülebilirlik ve çevresel etki hakkında bilgi sunabilir. Bu, müşterilerin sürdürülebilir ürünleri tercih etmelerine ve markaya olan güvenlerini artırmalarına yardımcı olabilir.

Hızlı ve Doğru Satış İşlemleri: RFID teknolojisi, kasada hızlı ve doğru satış işlemleri gerçekleştirmeye yardımcı olabilir. Ürünlerin etiketlerinin okunması, ödeme süreçlerini hızlandırır ve müşteri memnuniyetini artırır.

Müşteri deneyimi ve satış artışı odaklı olarak kullanılan RFID teknolojisi, müşterilerin marka ile etkileşimini artırarak sadakat oluşturabilir ve rekabet avantajı sağlayabilir. Bu, işletmelerin müşteri memnuniyetini artırmak ve gelirlerini optimize etmek için güçlü bir araç haline gelmesini sağlar (Yarar, 2022).

2.5. Üretim Süreçlerinin İzlenmesi

RFID, üretim süreçlerinde gerçek zamanlı izleme ve veri toplama yetenekleri sunarak operasyonel verimliliği artırır. Üretim süreçlerinin izlenmesinde RFID'in sağladığı avantajlar şunlardır (Daştan, 2010):

Ürün İzlenebilirliği: RFID etiketleri, ürünlerin üretim hattındaki her adımda takip edilmesine olanak tanır. Bu sayede ürünlerin hangi aşamada olduğu ve hangi süreçlere tabi tutulduğu kolayca izlenebilir.

Üretim Hızı ve Kapasitesi İzleme: RFID, üretim süreçlerinin hızını ve kapasitesini gerçek zamanlı olarak ölçebilir. Bu, üretim hattındaki potansiyel sorunların hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olur.

Hataların Erken Teşhisi ve Düzeltme: RFID etiketleri, üretim süreçlerinde meydana gelen hataları erken teşhis edebilir. Bu sayede kalite kontrol süreçleri güçlendirilir ve hataların düzeltilmesi için hızlı müdahale yapılabilir.

Üretim Verimliliği ve Maliyet Analizi: RFID, üretim verimliliğini ölçebilir ve her bir ürünün üretim maliyetini takip edebilir. Bu veriler, işletmeye üretim süreçlerini optimize etme ve maliyetleri düşürme konusunda değerli bilgiler sunar.

Stok ve Malzeme Yönetimi: RFID etiketleri, üretim malzemelerini ve stok seviyelerini izleyebilir. Bu, malzeme ihtiyaçlarını doğru bir şekilde tahmin etmeye ve stok yönetimini optimize etmeye olanak tanır.

Ürün Güvenliği ve Kalite Kontrol: RFID, üretim süreçlerinde uygulanan kalite kontrol adımlarını izleyerek ürün güvenliği ve kalitesini artırabilir. Her bir ürünün üretim sürecinde geçtiği aşamalar belirlenerek, kalite standartlarına uyulup uyulmadığı kontrol edilebilir.

Üretim süreçlerinin izlenmesinde RFID teknolojisi, işletmelere daha fazla şeffaflık, veri doğruluğu ve operasyonel kontrol sağlar (Özbek ve Alan, 2022). Bu, üretim süreçlerinin optimize edilmesine ve daha rekabetçi bir üretim ortamının oluşturulmasına katkı sağlar.

2.6. Kalite Kontrol

Kalite kontrol, deri transferlerinde RFID teknolojisinin kullanılmasıyla önemli ölçüde iyileştirilebilir. RFID, kalite kontrol süreçlerini daha etkili hale getirerek ürün kalitesini artırabilir ve müşteri memnuniyetini güçlendirebilir. RFID'nin kalite kontrol süreçlerine katkı sağlayan avantajlar şunlardır (Taşkın ve ark., 2022):

Ürün İzlenebilirliği ve Geçmişi: RFID etiketleri, her bir ürüne benzersiz bir tanımlayıcı ekler. Bu sayede ürünlerin üretim sürecindeki her adım ve hangi kalite kontrol testlerinden geçtiği izlenebilir. Bu bilgiler, kalite kontrol süreçlerinin daha etkili yönetilmesine olanak tanır.

Hızlı ve Doğru Veri Toplama: RFID, manüel veri girişi hatalarını minimize ederek hızlı ve doğru veri toplama sağlar. Bu, kalite kontrol süreçlerinin daha güvenilir ve doğru olmasını sağlar.

Otomatik Hata Tespiti: RFID teknolojisi, ürünlerdeki hataları otomatik olarak tespit edebilir. Örneğin, bir ürünün belirli bir kalite standartını karşılamadığı durumlarda, RFID sistemleri hemen uyarılar gönderebilir ve hatalı ürünleri hızlı bir şekilde izole edebilir.

Hızlı Hata Düzeltmeleri: RFID etiketleri, hatalı bir ürünün tespit edilmesi durumunda hızlı hata düzeltmelerini mümkün kılar. Bu, kalite kontrol süreçlerindeki hataların düzeltilmesini ve defolu ürünlerin mümkün olan en kısa sürede giderilmesini sağlar.

Ürün Serileri ve Toplu Kalite Analizi: RFID, ürün serilerini ve toplu kalite analizlerini kolaylaştırır. Belirli bir üretim serisi üzerindeki kalite kontrol verilerini toplamak ve analiz etmek, üretim süreçlerindeki iyileştirmeleri belirlemek için değerli bir kaynak sağlar.

Dokümantasyon ve Standart Uyumluluğu: RFID etiketleri, ürünlerin kalite kontrol dokümantasyonunu daha etkili bir şekilde yönetmeye olanak tanır. Ayrıca, ürünlerin belirli kalite standartlarına uygunluğunu doğrulamak için bu teknoloji kullanılabilir.

Kalite kontrol süreçlerinde RFID teknolojisinin kullanımı, ürün kalitesini artırmak, hataları minimize etmek ve müşteri güvenini güçlendirmek adına önemli bir adımdır (Dida ve Ünal, 2009).

3. ZORLUKLAR VE ÇÖZÜMLER

RFID teknolojisinin deri transferlerinde kullanımı birçok avantaj sunsa da, bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Bu zorluklara yönelik çözümler şunlardır (Tanrıverdi ve ark., 2019):

Zorluk : Maliyetler ve Yatırım Gereksinimleri: RFID teknolojisi, başlangıçta yatırım maliyetleri nedeniyle bazı işletmeler için maliyetli olabilir.

Çözüm: Uzun Vadeli Yatırım Planlaması: İşletmeler, RFID teknolojisinin uzun vadeli maliyet tasarrufları sağlayacağını düşünerek bir yatırım planı oluşturabilir. İşletmeler, verimlilik artışları ve maliyet düşüşleri ile zaman içinde ROI (yatırım getirisi) elde edebilirler.

Zorluk : Entegrasyon Zorlukları: Mevcut sistemlere RFID teknolojisinin entegre edilmesi, altyapı uyumsuzluklarından kaynaklanan zorluklarla karşılaşabilir.

Çözüm: Aşamalı Entegrasyon: RFID teknolojisi, işletmelerin mevcut sistemlere aşamalı olarak entegre etmelerini sağlayacak çözümlerle birleştirilebilir. Bu, iş süreçlerini kesintiye uğratmadan geçişi yönetmeyi kolaylaştırır.

Zorluk : Veri Güvenliği Endişeleri: RFID etiketlerinin kullanımı, güvenlik endişelerine yol açabilir, çünkü bu etiketlerle ilişkilendirilen verilere yetkisiz kişilerin erişimi olabilir.

Çözüm: Güçlü Şifreleme ve Güvenlik Protokolleri: RFID sistemlerinde güçlü şifreleme ve güvenlik protokolleri kullanarak, veri güvenliğini artırabilirsiniz. Yetkilendirme ve erişim kontrolleriyle sıkı bir veri güvenliği politikası benimsemek de önemlidir.

Zorluk : Çevresel Faktörler: RFID etiketlerinin kullanılması, belirli çevresel faktörlerden etkilenebilir. Özellikle metal yüzeylerle olan etkileşim, sinyal gücünü zayıflatabilir.

Çözüm: Uygun Etiket Seçimi: Metal yüzeylerle kullanım için uygun RFID etiketlerini seçmek, çevresel zorlukları azaltabilir. Ayrıca, anten konumlandırma ve sinyal gücü ayarlamalarıyla bu tür sorunlara çözümler bulunabilir.

Her işletmenin ihtiyaçları farklı olduğu için, RFID teknolojisinin uygulanmasına geçmeden önce özenli bir planlama ve ihtiyaç analizi yapmak önemlidir. Bu, potansiyel zorlukları önceden belirlemeye ve etkili çözümler geliştirmeye yardımcı olabilir (Evgen, 2017).

3.1. Gizlilik ve Güvenlik Endişeleri

RFID teknolojisinin kullanımıyla birlikte, gizlilik ve güvenlik endişeleri ortaya çıkabilir. Bu endişelerin başlıca nedenleri, RFID etiketlerinin kişisel ve hassas bilgileri içermesi, bu bilgilerin yetkisiz kişilerin eline geçme riski, izleme ve takip edilme korkusu gibi faktörlerdir (Kabaca, 2019). Bunlara karşı yapılabilecekler şöyle sıralanabilir:

Şifreleme ve Güvenlik Protokolleri: RFID etiketleri üzerindeki verilerin şifrelenmesi, yetkilendirme ve erişim kontrolü gibi güvenlik protokollerinin uygulanması, veri güvenliğini artırabilir.

Anonim Kimlik Kullanımı: RFID etiketlerinin kişisel bilgiler yerine anonim veya benzersiz kimlik numaraları gibi daha az özel bilgiler içermesi, gizlilik endişelerini azaltabilir.

İzin Temelli Kullanım: Kişisel bilgilerin kullanımı için bireylerden izin alınması ve bu bilgilerin sadece belirli amaçlar için kullanılması, gizlilik endişelerini hafifletebilir.

Veri Saklama ve Silme Politikaları: Veri saklama süreleri ve kullanım sona erdiğinde verilerin güvenli bir şekilde silinmesi gibi politikaların belirlenmesi, veri gizliliğini koruma açısından önemlidir.

Kapsamlı Eğitim Programları: RFID kullanımıyla ilgili personel ve kullanıcılar için kapsamlı eğitim programları düzenlemek, gizlilik konusunda farkındalığı artırabilir ve doğru kullanımı teşvik edebilir.

Fiziksel Güvenlik: RFID etiketlerine fiziksel erişimi sınırlamak ve etiketlerin fiziksel olarak korunmasını sağlamak, güvenlik endişelerini azaltabilir.

Gizlilik Politikaları ve Uyum: Şirketlerin net gizlilik politikaları belirlemesi ve bu politikalara uygunluğu sağlaması önemlidir. Ayrıca, ilgili gizlilik düzenlemelerine uyum sağlamak da kritiktir.

Kullanıcı Bilinçlendirme: Kullanıcılara, RFID teknolojisinin nasıl çalıştığı, hangi verilerin toplandığı ve bu verilerin nasıl kullanıldığı konusunda düzenli olarak bilgi vermek, gizlilik endişelerini azaltabilir.

Gizlilik ve güvenlik endişeleri, teknolojinin kullanımıyla doğal olarak ortaya çıkan önemli konulardır. Bu nedenle, RFID teknolojisinin uygulanmasında, gizlilik ve güvenlik önlemlerine öncelik verilmesi ve bu konuda şeffaf ve açık iletişim stratejileri oluşturulması önemlidir (Mutlu, 2019).

3.2. Entegrasyon Zorlukları

RFID teknolojisinin işletme süreçlerine entegrasyonu, bazı zorluklarla karşılaşabilir. Ancak doğru stratejiler ve planlama ile bu zorlukların üstesinden gelinebilir. İşte entegrasyon zorluklarına yönelik bazı başlıklar ve çözüm önerileri şunlardır (Daştan, 2010):

Mevcut Altyapı Uyumsuzluğu: İşletmenin mevcut altyapısı, RFID teknolojisinin sorunsuz bir şekilde entegre edilmesine uygun olmayabilir.

Çözüm: Aşamalı Entegrasyon: RFID teknolojisinin mevcut altyapıya aşamalı olarak entegre edilmesi, uyumsuzlukları azaltabilir. Önceki sistemlere zarar vermeden, yeni teknolojiyi sistemlere adapte etmek mümkündür.

Yazılım Entegrasyonu Zorlukları: RFID teknolojisinin kullanımı, işletmenin mevcut yazılımlarıyla uyumsuzluk yaşayabilir.

Çözüm: Özelleştirilebilir Yazılım Çözümleri: RFID teknolojisiyle entegre edilebilen özelleştirilebilir yazılımlar kullanmak, mevcut sistemlerle sorunsuz bir entegrasyon sağlamaya yardımcı olabilir.

Personel Eğitimi: Çalışanların RFID teknolojisinin kullanımını anlaması ve etkili bir şekilde kullanabilmesi için eğitim gerekebilir.

Çözüm: Eğitim Programları: Çalışanlara, RFID teknolojisi hakkında eğitim programları düzenlemek ve sürekli destek sağlamak, teknolojinin kabul edilmesini kolaylaştırabilir.

Veri Entegrasyonu Sorunları: RFID ile toplanan verilerin mevcut sistemlere entegre edilmesi sırasında sorunlar yaşanabilir.

Çözüm: Veri Entegrasyonu Çözümleri: Veri entegrasyonu konusunda uzman firmalarla çalışmak veya entegrasyonu sağlayan özel yazılımları kullanmak, veri uyumsuzluklarına karşı çözüm sağlayabilir.

Güvenlik Endişeleri: RFID teknolojisinin kullanımı, veri güvenliği endişelerine yol açabilir.

Çözüm: Güvenlik Protokolleri: RFID sistemlerinde güçlü şifreleme, yetkilendirme ve erişim kontrolleri gibi güvenlik protokollerinin uygulanması, veri güvenliğini artırabilir.

Maliyet ve Bütçe Kontrolü: RFID entegrasyonu maliyetleri, bütçe kontrolü konusunda zorluklara neden olabilir.

Çözüm: Maliyet Analizi ve Planlama: Entegrasyon maliyetlerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi ve bütçe planlaması, maliyetlerin kontrol altında tutulmasına yardımcı olabilir.

Entegrasyon sürecindeki her adımın dikkatlice planlanması ve işletme ihtiyaçlarına uygun çözümlerin seçilmesi, RFID teknolojisinin başarılı bir şekilde entegre edilmesini sağlar (Evgen, 2017).

3.3. Özel Gereksinimler ve Adaptasyon

RFID teknolojisinin deri transferlerinde kullanımı sırasında özel gereksinimler ve adaptasyon süreçleri, işletmelerin belirli ihtiyaçlarını karşılamak ve en iyi performansı elde etmek için önemlidir. Özel gereksinimlere yönelik dikkate alınması gereken noktalar ve adaptasyon stratejileri şunlardır (Gashi, 2010):

Ürün Çeşitliliği ve Malzeme Özellikleri: Deri transferlerinde birçok farklı ürün ve malzeme kullanılabilir. Bu çeşitlilik, RFID etiket seçiminde ve uygulamasında özel gereksinimleri beraberinde getirebilir.

Adaptasyon Stratejisi: Uygun Etiket Seçimi: Farklı malzemelere uygun RFID etiketlerinin seçilmesi, ürün çeşitliliği ve malzeme özelliklerine daha iyi uyum sağlar.

Çevresel Koşullar: Ürünlerin depolandığı veya taşındığı çevresel koşullar, RFID etiketlerin performansını etkileyebilir. Örneğin, nem, sıcaklık veya kimyasal maddeler.

Adaptasyon Stratejisi: Dayanıklı Etiket Kullanımı: Çevresel koşullara dayanıklı, suya ve kimyasallara karşı dirençli RFID etiketleri seçmek, performansı artırabilir.

Entegrasyon Yapısı: İşletmenin mevcut entegrasyon yapısı, RFID teknolojisinin sorunsuz bir şekilde entegre edilmesini zorlaştırabilir.

Adaptasyon Stratejisi: Modüler Entegrasyon: Mevcut sistemlere uyum sağlamak adına modüler entegrasyon stratejileri benimsemek, geçiş sürecini kolaylaştırabilir.

Veri Yoğunluğu ve Analiz İhtiyacı: Deri transferlerinde üretim süreçleri genellikle veri yoğundur. Bu durum, daha kapsamlı veri analizi ve yönetim ihtiyacını beraberinde getirebilir.

Adaptasyon Stratejisi: Veri Analitiği Altyapısı: Veri yoğunluğuyla başa çıkmak için özel olarak tasarlanmış veri analitiği altyapıları kullanmak, veri yönetimi ve analizi süreçlerini güçlendirebilir.

Müşteri İlişkileri ve Güvenlik: Müşteri ilişkileri yönetimi ve güvenlik, özellikle kişisel ürünlerin izlenmesinde önemli bir rol oynar.

Adaptasyon Stratejisi: Güçlü Güvenlik Protokolleri: Müşteri ilişkileri yönetiminde ve kişisel ürün izleme süreçlerinde güçlü güvenlik protokolleri uygulamak, müşteri güvenini artırabilir.

Her işletme, kendi özel gereksinimlerine ve sektör dinamiklerine uygun olarak RFID teknolojisini adapte etmelidir (Ertemel, 2011). Bu, teknolojinin en iyi şekilde kullanılmasını ve işletmenin özel ihtiyaçlarını karşılamasını sağlar.

4. DERİ TRANSFERLERİNDE RFID'İN UYGULANMASI

Deri transferlerinde RFID'nin uygulanması, işletmelere daha etkili envanter yönetimi, üretim süreçlerinin izlenmesi ve müşteri deneyiminin güçlendirilmesi gibi birçok avantaj sunabilir (Evgen, 2017). RFID etiketleme süreçleri, işletmelerin verimliliğini artırabilir, hata oranlarını düşürebilir ve genel operasyonel kontrolü güçlendirebilir. Doğru etiketleme stratejilerinin belirlenmesi ve entegrasyonun dikkatlice planlanması, başarılı bir RFID uygulamasını sağlar (Özdemir ve Doğan, 2010). Deri transferlerinde RFID'nin uygulanması, çeşitli avantajlar sunabilir ancak bu sürecin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için dikkat edilmesi gereken bazı adımlar ve stratejiler vardır (Özdemir ve Doğan, 2010):

- İlk adım, işletmenin özel gereksinimlerini ve hedeflerini belirlemektir. Hangi süreçlerde RFID teknolojisinin kullanılacağı, hangi verilerin toplanacağı ve ne tür bir entegrasyon yapısı gerektiği gibi faktörlerin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir.
- Deri transferlerinde kullanılacak RFID etiketleri, malzeme özellikleri, çevresel koşullar ve ürün çeşitliliği göz önüne alınarak seçilmelidir. Bu, etiketlerin dayanıklılığı ve performansı açısından kritiktir.
- Mevcut iş süreçleri ve sistemlerle RFID teknolojisinin entegrasyonu, dikkatlice planlanmalıdır. Bu süreç, işletmenin mevcut entegrasyon yapısıyla uyumlu olmalı ve herhangi bir kesintiye neden olmadan aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmelidir.
- Çalışanlara RFID teknolojisinin kullanımı hakkında eğitim vermek, teknolojinin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu, personelin yeni süreçleri anlamasına ve teknolojiyi etkili bir şekilde benimsemesine yardımcı olur.
- RFID teknolojisinin kullanımı sırasında toplanan verilerin güvenliği ve gizliliği büyük önem taşır. Güçlü şifreleme, yetkilendirme ve erişim kontrolü gibi güvenlik protokolleri uygulanmalıdır.
- RFID'nin iş süreçlerine uygunluğunu değerlendirmek için küçük bir pilot proje uygulanabilir. Bu proje, sistemin performansını test etmek, olası sorunları tespit etmek ve iyileştirmeler yapmak için fırsat sağlar.
- RFID ile toplanan verilerin analizi ve raporlanması, işletmeye değerli bilgiler sağlar. Bu nedenle, entegre sistemin veri analitiği ve raporlama yeteneklerine de dikkat edilmelidir.
- RFID teknolojisi uygulandıktan sonra, süreçlerin ve sistemlerin sürekli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi önemlidir. Geri bildirimler ve performans analizleri, sürekli bir gelişim yaklaşımını destekler.

SONUÇ

Deri ve deri ürünleri endüstrisi, RFID teknolojisinin benimsenmesiyle birlikte önemli avantajlar elde edebilir ve gelecekte daha da gelişebilir. Ana odak noktaları şunlardır:

- Ürünlerin takibi: RFID etiketleri, ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca takip edilmesini sağlar, bu da kayıpları önler ve sahte ürünleri tespit etmeye yardımcı olur.
- Envanter yönetimi: RFID, envanter süreçlerini otomatikleştirir, hızlandırır ve daha doğru hale getirir, bu da stok seviyelerini optimize etmeye ve kayıpları azaltmaya yardımcı olur.
- Müşteri deneyimi: RFID, müşterilere interaktif deneyimler sunarak marka sadakatini artırabilir ve satışları teşvik edebilir.

Potansiyel Avantajlar ve Gelecek Beklentileri:

RFID'in deri ve deri ürünleri endüstrisinde kullanımı, bir dizi potansiyel avantajı beraberinde getirir. Bu avantajlar şunları içerir:

- Hızlı ve doğru envanter kontrolü: RFID, manuel envanter yönetimine kıyasla daha hızlı ve doğru envanter kontrolü sağlar.

- Müşteri deneyimi ve satış artışı: RFID, interaktif etiketleme ve deneyimler aracılığıyla müşteri sadakatini artırılabilir ve satışları teşvik edebilir.
- Üretim süreçlerinin izlenmesi: RFID, üretim süreçlerini daha yakından takip ederek verimliliği artırılabilir ve hataları azaltılabilir.

Gelecekte, deri ve deri ürünleri endüstrisinde RFID'in kullanımının daha da yaygınlaşması beklenmektedir. Daha ince, daha esnek ve daha maliyet-etkinliğinin RFID çözümleri geliştirildikçe, bu teknolojinin benimsenmesi artacaktır. Ayrıca, IoT ile entegrasyon, veri güvenliği önlemlerinin artırılması ve sürdürülebilirlik odaklı uygulamaların geliştirilmesi gibi alanlarda gelecek beklenen gelişmeler arasındadır. Bu, deri ve deri ürünleri endüstrisinin rekabet avantajı elde etmek ve daha sürdürülebilir iş modellerine geçiş yapmak için RFID teknolojisini etkin bir şekilde kullanmaya devam etmesine olanak tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağaçdiken, M. (2007). Lojistik amaçlı Gsm bazlı uzaktan izleme sistemi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Berber, G. Ş., & Keskin, E. (2021). Sürdürülebilir modada güncel bir yaklaşım: vegan deri. *Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 143-157.
- Çark, Ö. (2020). İşletmelerin dijital dönüşüm sürecinde “nesnelerin interneti” teknolojisinin etkisi. *Turkish Studies-Economy*, 15(3), 1247-1266.
- Dalkılıç, G. (2016). Radyo frekansı ile tanımlama etiketleri için gerçek rastgele sayı tabanlı üreteç. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 18(54), 640-651.
- Daştan, P. B. (2010). Et ve et ürünlerinin çiftlikten sofraya izlenebilirliği ve takip edilmesinde radyo frekans tanımlama teknolojisinin kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Durukal, E., & Arman, K. (2021). Müşterilerin mobil ödeme hizmetleri kullanım davranışlarını ve kullanıcı tatminini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *İzmir İktisat Dergisi*, 36(1), 171-190.
- Didi, E., & Ünal, H. T. (2009). Uluslararası tedarik zincirinin etkinliğini artırmada ulaştırma politikalarının önemi. Yüksek Lisans Tezi, Doğuş Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ertemel, A. V. (2011). Müşteri ilişkileri yönetiminin yaygın bilişim ve ortam duyarlı mobil pazarlama perspektifinden incelenmesi ve bir uygulama. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Evgen, T. (2017). RFID ve nesnelerin interneti tabanlı tedarik zinciri bilgi yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Gashi, V. (2010). Otomatik tanımlama sistemlerinden RFID'nin tedarik zincirindeki kullanımı ve bu teknolojinin etkisini ölçme amaçlı bir araştırma. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kabaca, D. Y. (2019). Endüstri 4.0 devrimi ve uygulamaları ile etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kabakçı, A., & Ocak, N. (2019). Yazılım sistemleri içerisinde depo yönetimi. *Hiperlink Eğitim, İlet. Yay. San. Tic. ve Ltd. Şti.* İstanbul. 143 s.
- Maraşlı, F., & Çıbuk, M. (2015). RFID teknolojisi ve kullanım alanları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 249-275.
- Mutlu, M. (2019). Endüstri 4.0 uygulamalarına ilişkin algılar: otomotiv ve tekstil sektörü üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Okhan, E. (2021). RFID teknolojisi ve hayvancılıkta kullanım alanları. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Özbek, A., & Alan, M. A. (2022). Endüstri 4.0 teknolojilerinin transferi: ISO 500 tekstil ve hazır giyim işletmeleri uygulaması. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(3), 1165-1178.
- Özdemir, A. İ., & Doğan, N. Ö. (2010). Tedarik zinciri entegrasyonu ve bilgi teknolojileri. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(28), 19-41.
- Tanrıverdi, İ. (2023). Otomotiv sektöründe sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarına yönelik bir içerik analizi. *Journal of Yaşar University/Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 18(70).
- Tanrıverdi, M., Uysal, M., & Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri teknolojisi nedir? ne değildir?: alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 203-217.
- Taşkın, E., Gezik, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2022). Depo yönetiminde endüstri 4.0 uygulaması: bir işletme için RFID teknoloji seçimi. *Endüstri Mühendisliği*, 33(1), 194-211.
- Tekin, M., Öztürk, D., & Bahar, İ. (2020). Akıllı lojistik faaliyetlerinde blokzincir teknolojisi. *Kent Akademisi*, 13(3), 570-583.
- Yarar, C. (2022). Tedarik zinciri yönetimindeki bilgi teknolojileri kullanımının zincir performansına etkisi. Doktora Tezi, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

**THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT
MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS**

Major Gheorghe GIURGIU

Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

<https://orcid.org/0000-0002-5449-2712>

Prof dr med Manole COJOCARU

Academy of Romanian Scientists

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

QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN TAM HƏLLƏRİ HAQQINDA

Vaqif Şahismayıl oğlu Abdullayev

ORCID: 0009-0006-2640-3387

Sabir Nəriman oğlu Babuşov

ORCID: 0009-0005-3801-7240

Əfsanə Məzahir qızı Mürsəlova

ORCID: 0009-0003-4657-9572

XÜLASƏ

Məqalədə qeyri-standart tənliklərin tam həllərinin axtarılması məsələsi kifayət qədər geniş və aydın şəkildə izah olunmuşdur. Burada bölünmə nəzəriyyəsinin mühüm məsələləri beş halda təklif kimi açıqlanmış, qaydaları göstərilmişdir. Məqalədə müxtəlif tipli çalışmalar fərqli üsullarla həll olunmuş, bəzi çətinliyi yüksək olan çalışmaların eyni üsullarla həll oluna bilmədiyi qeyd olunmuş, onların müxtəlif həll yolları aydın və əlverişli şəkildə göstərilmişdir.

Məqalədə hasilə gətirmə və seçmə üsullarına aid müxtəlif növ çalışmaların həlləri ətraflı və oxucuların hər birinin başa düşəcəyi tərzdə izah olunmuşdur. Əksini fərz etmə üsulluna aid çalışmaların həlli aydın və səlis şəkildə göstərilmişdir. Qeyri-standart və ya qeyri-müəyyən tənliklərə son vaxtlar həm orta məktəb testlərində, həm də “Müəllimlərin hazırlıq mərkəzi” testlərində tez-tez rast gəlinirdi və öyrənənlərin bu sahədə çətinlik çəkdikləri üçün məqalə bu cəhətdən əhəmiyyətli və əlverişlidir.

Yeganəlik metodu çox az rast gəlinirdi üçün bu üsula aid çalışmanın və Koşi bərabərsizliyinin tətbiqinin öyrənilməsi vacib və əhəmiyyətli məsələlərdən biridir. Yuxarıda qeyd olunan müxtəlif üsulların öyrənilməsi şagirdlərin və gənc müəllimlərin riyaziyyat olimpiadalarına hazırlaşması üçün məsləhət və təklifdir.

Məqalədə qeyd olunan müxtəlif üsulların nisbətən mürəkkəb və çətin tipli çalışmaların həllinə səmərəli tətbiqi, bəzi problemlərin ənənəvi üsullarla həll olunmadığı və ya həllinin çətin olduğu açıqlanmışdır.

Açar sözlər: qeyri-standart, qeyri-müəyyən, tənlik, xətti, qeyri-xətti, çoxdəyişənli, bölünmə nəzəriyyəsi, hasilə gətirmə, seçmə, fərz etmə, münasibət, qarşılıqlı sadə, bərabərsizlik, yeganəlik üsulu.

ABSTRACT

The article speaks about the search of complete solution of non- standard equation. It fully and clearly explains the ways of how to solve non-standard equations. It suggests the most important issues of the theory of division in five cases. The article notes impossibility of solution of some exercises of different high difficulties and clearly and effectively shows different ways of solution such exercises.

The article also touches the solution of various exercises on production and selection and thoroughly explains the solution at easily understandable level for each reader. It clearly shows the solution of exercises by the method of assumption of the opposition. The article is very important and effective from the point of view of difficulty of solution of different non-standard and indefinite equations for learners given in secondary school tests and in the tests of Teacher Training Centres.

Since the method of solitariness is used very rarely it is very important to learn the application of Koshy inequality. Study of different above mentioned ways, is suggested and advised for self study of young teachers and preparation of students for Olympiads on Mathematics.

The effective application of different above mentioned methods to the solution of relatively difficult exercises of the mentioned type of equations are not solved easily with traditional methods.

Key words: non-standard, indefinite, equation, linier, no-linier, multychangeable, theory of division, taking to production, selective, assumption. attitude, mutually single, inequality, soli method of solitatiness.

GİRİŞ

Dəyişənlərinin sayı birdən artıq olan tənliklərə qeyri-standart və ya qeyri-müəyyən tənliklər deyilir. Qeyri-standart tənliklərin həlli məchulların elə qiymətlər çoxluğuna deyilir ki, həmin qiymətləri tənlikdə yerinə yazıb hesabladıqda tənlik doğru ədədi bərabərliyə çevrilir.

Bir sıra praktik məsələlərin həlli zamanı qeyri-standart tənliklərin tam həllərinin tapılması, yəni onların həllərinin tam ədədlər çoxluğunda axtarılması ilə rastlaşırıq. Ona görə də qeyri-müəyyən tənliklərin həlləri çoxluğunu tam ədədlər çoxluğunda axtaracağıq. Qeyri-standart tənliklər xətti iki, üç və s. dəyişənli, qeyri – xətti çoxdəyişənli şəkildə olur. Belə tənliklərin həllərinin tapılması məsələsi sadə deyil. Verilən çalışmaları üzərində dəqiq və düzgün araşdırmalar aparılmalıdır.

Qeyri-müəyyən tənliklərin həlli prosesində şagirdlər, tələbələr, pedaqoji fəaliyyətə yeni başlayan gənc müəllimlər bəzi çətinliklərlə rastlaşırlar. Belə tənliklərin həlli zamanı onlar müəyyən ümumiləşdirmələr aparmalı, məntiqi mühakimələr yürütməli, alınan nəticələri elmi cəhətdən dəqiqləşdirməlidirlər. Belə tənliklərin standart ümumi həll üsulu olmadığından onları həll edən zaman qeyri-standart üsullardan, tam ədədlər çoxluğunda bölünmə nəzəriyyəsinin elementlərindən və digər aşağıda qeyd olunan riyazi üsullardan istifadə etmək əlverişlidir.

İkidəyişənli xətti tənliklərin tam həllərinin axtarılması zamanı bəzi məlum aşağıdakı təkliflərdən istifadə etmək olar:

I. Əgər $\text{ƏBOB}(m, n) = p$ olarsa, onda elə tam x və y vardır ki, $mx + ny = p$ münasibəti doğrudur.

II. Əgər $\text{ƏBOB}(m, n) = 1$ olarsa, onda $mx + ny = 1$ tənliyinin ən çoxu 1 tam kökü var.

III. Əgər $mx + ny = q$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = p > 1$ və q ədədi p -yə bölünmürsə, onda tənliyin tam kökü yoxdur.

IV. Əgər $mx + ny = q$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = p > 1$ və q ədədi p -yə qalıqsız bölünərsə, onda verilən tənlik $m_1x + n_1y = q_1$ tənliyi ilə eynigüclüdür, belə ki, $(m_1, n_1) = 1$.

V. Əgər $mx + ny = p$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = 1$ dirsə, onda bu tənliyin tam həlləri $x = x_0p + nt, y = y_0p - mt$ şəklindədir, burada x_0, y_0 cütləri $mx + ny = 1$ tənliyinin tam həlləridir və t -tam ədəddir.

İndi isə bir neçə qeyri-müəyyən tənliklərin həllərinə və həll üsullarına baxaq.

Misal 1. $13x - 15y = 7$ tənliyinin tam həllini tapın [1].

Həlli: Bu tənliyi dəyişənlərin əmsallarının kiçiyinə bölmə üsulu ilə tapaq.

$$13x = 15y + 7 \Rightarrow x = \frac{15y+7}{13} = y + \frac{2y+7}{13}.$$

$2y+7$ ədədi 13-ə tam bölünməlidir. Ona görə də $2y + 7 = 13p$ olar. Buradan $y = \frac{13p-7}{2} = 6p - 3 + \frac{p-1}{2}$ alınır.

$p-1$ ədədi 2-yə tam bölünməlidir. $p - 1 = 2k \Rightarrow p = 2k + 1$. Onda

$$y = \frac{13(2k+1)-7}{2} = 13k + 3 \text{ və } x = \frac{15(13k+3)+7}{2} = 15k + 4$$

şəklində olar. Beləliklə aldıq ki, $x = 15k + 4$ və $y = 13k + 3$; $k \in \mathbb{Z}$.

Misal 2. $42x + 34y = 5$ tənliyini həll edək[3].

Həlli: Yenə əmsalların kiçiyinə bölmə üsulu ilə həll edək:

$$34y = 5 - 42x \Rightarrow y = \frac{5 - 42x}{34} = \frac{5 - 8x}{34} - x.$$

Burada $5 - 8x$ ifadəsi 34-ə qalıqsız bölünməlidir. Ona görə də $5 - 8x = 34k$. Buradan

$$x = \frac{5-34k}{8} = \frac{5-4k}{8} - 2k \text{ alınır. Yenə də } 5 - 4k = 8p \text{ olmalıdır.}$$

$$5 - 4k = 8p \Rightarrow k = \frac{5 - 8p}{4} = 1 - 2p + \frac{1}{4}.$$

Bu isə onu göstərir ki, $42x + 34y = 5$ tənliyinin tam kökləri yoxdur.

Biz $42x + 34y = 5$ tənliyini III təklifə əsasən də həll edə bilərik:

$$\text{ƏBOB}(42,34) = 2 \text{ ƏBOB}(21,17) = 2 > 1.$$

5 ədədi 2-yə qalıqsız bölünmədiyi üçün verilən tənliyin tam kökləri yoxdur.

Misal 3. $xy - 3x + 4y = 27$ tənliyinin tam köklərini tapın[3].

Həlli: Biz bu tənliyi **hasilə gətirmə üsulu** ilə həl edək. Yəni

$$xy - 3x + 4y - 12 = 15 \Rightarrow x(y - 3) + 4(y - 3) = 15 \Rightarrow (x + 4)(y - 3) = 15.$$

Axırıncı tənlikdən alınır ki, $x + 4$ və $y - 3$ ədədləri 15 ədədinin bölənləridir. 15 ədədinin $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 15$ kimi səkkiz böləni var. Ona görə də səkkiz dənə tənliklər sistemi alınır.

$$\begin{cases} x + 4 = 1 \\ y - 3 = 15 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -1 \\ y - 3 = -15 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = 15 \\ y - 3 = 1 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -15 \\ y - 3 = -1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + 4 = 3 \\ y - 3 = 5 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -3 \\ y - 3 = -5 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = 5 \\ y - 3 = 3 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -5 \\ y - 3 = -3 \end{cases}.$$

Buradan verilən tənliyin, $(-3, 18), (-5, -12), (11, 4), (-19, 2), (-1, 8), (-7, 2), (1, 6), (-9, 0)$ kimi səkkiz dənə tam kökü tapılır.

Misal 4. $P(x + y) = xy$ tənliyinin tam həllərini tapın, burada p -sadə ədəddir [7].

Həlli: Verilən tənliyi aşağıdakı kimi çevirək:

$$xy - px - py = 0,$$

$$xy - px - py + p^2 = p^2,$$

$$y(x - p) - p(x - p) = p^2,$$

$$(y - p)(x - p) = p^2.$$

Burada p sadə ədəd olduğu üçün $p^2 - n$ ın altı bölməni var: $\pm 1, \pm p, \pm p^2$. Aşağıdakı kimi tənliklər sistemi alınır:

$$\begin{cases} x - p = 1 \\ y - p = p^2 \end{cases}, \begin{cases} x - p = -1 \\ y - p = -p^2 \end{cases}, \begin{cases} x - p = p^2 \\ y - p = 1 \end{cases}, \begin{cases} x - p = -p^2 \\ y - p = -1 \end{cases}, \begin{cases} x - p = p \\ y - p = p \end{cases}, \begin{cases} x - p = -p \\ y - p = -p \end{cases}.$$

Bu tənliklər sistemini həll etsək, $(p + 1, p^2 + p)$,

$(p - 1, p - p^2), (p^2 + p, p + 1), (p - p^2, p - 1), (2p, 2p), (0, 0)$ tam həlləri cütlərini alarıq.

Misal 5. $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin natural həllərini tapın [5].

Həlli: Bu tənliyin natural həllərini **seçmə üsulu** ilə tapaq. Tutaq ki, $x \leq y \leq z$. Aşağıdakı hallara baxaq.

a) $x = 1$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = -1$ olar. Bu tənliyin isə natural həlli yoxdur.

b) $x = 2$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 0$ olar. Bu isə mümkün deyil. $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} \neq 0$.

c) $x = 3$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{1}{3}$. Buradan $zy - 6z - 6y = 0$ və ya $(y - 6)(z - 6) = 36$ alarıq. 36-nın natural bölənləri 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18, 36-dır. $x \leq y \leq z$ olduğu üçün:

$$\begin{cases} y - 6 = 1 \\ z - 6 = 36 \end{cases}, \begin{cases} y - 6 = 2 \\ z - 6 = 18 \end{cases}, \begin{cases} y - 6 = 3 \\ z - 6 = 12 \end{cases}, \begin{cases} y - 6 = 4 \\ z - 6 = 9 \end{cases}, \begin{cases} y - 6 = 6 \\ z - 6 = 6 \end{cases}.$$

Buradan və $x=3$ şərtindən $(3, 7, 42), (3, 8, 24), (3, 9, 18), (3, 10, 15), (3, 12, 12)$ üçlükləri verilən tənliyin natural həlləri olar.

d) $x = 4$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{1}{2}$ və ya $(y - 4)(z - 4) = 16$ alarıq. 16-nın natural bölənləri 1, 2, 8, 16-dır. Ona görə də

$$\begin{cases} y - 4 = 1 \\ z - 4 = 16 \end{cases}, \begin{cases} y - 4 = 2 \\ z - 4 = 8 \end{cases}, \begin{cases} y - 4 = 4 \\ z - 4 = 4 \end{cases}.$$

Buradan və $x = 4$ şərtindən $(4, 5, 20), (4, 6, 12), (4, 8, 8)$ üçlükləri də verilən tənliyin həllidir.

e) $x = 5$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{3}{5}$ olar. Bu tənliyin isə natural həlləri yoxdur.

f) $x = 6$ olsun. Onda $\frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{3}$ alarıq. Buradan $(y - 3)(z - 3) = 9$ olar. 9-un natural bölənləri 1, 3, 9 olduğu üçün $y - 3 = 3, z - 3 = 3$ və ya $y = 6, z = 6$ olar. $y - 3 = 1, z - 3 = 9$ bərabərlikləri yalnız

$x \leq y \leq z$ şərtini ödəmədiyi üçün onu nəzərə almırıq. Deməli $(6, 6, 6)$ üçlüyü verilən $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin həllidir.

Beləliklə, $x \leq y \leq z$ şərti daxilində $(3, 7, 42), (3, 8, 24), (3, 9, 18), (3, 10, 15), (3, 12, 12), (4, 5, 20), (4, 6, 12), (4, 8, 8), (6, 6, 6)$ üçlükləri $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin natural həlləridir.

$x \geq 7$ şərtində verilən tənliyin natural həlləri yoxdur.

Tapılan üçlüklərin yerdəyişmələri nəticəsində verilən tənliyin $(42, 7, 3), (7, 3, 42), (42, 3, 7), (24, 8, 3), (24, 3, 8), (8, 3, 24), (18, 9, 3), (9, 3, 18), (18, 3, 9), (9, 18, 3), (3, 18, 9), (15, 10, 3), (15, 3, 10), (10, 3, 15), (3, 15, 10), (10, 15, 3), (12, 12, 3), (12, 3, 12), (20, 5, 4), (5, 4, 20), (20, 4, 5), (4, 20, 5), (5, 20, 4), (12, 6, 4), (12, 4, 6), (6, 4, 12), (4, 12, 6), (6, 12, 4), (8, 8, 4), (8, 4, 8)$ kimi həllərini də alarıq.

Misal 6. $(y_1^2 + 1^2)(y_2^2 + 2^2)(y_3^2 + 3^2) \dots (y_{2024}^2 + 2024^2) = 2^{2024} \cdot 2024! \cdot y_1 y_2 \dots y_{2024}$ tənliyin natural həllərini tapın[4].

Həlli: Bu çalışmanı **yeganəlik üsulu** ilə həll edək.

$a + b \geq 2\sqrt{ab}$ Koşi bərabərsizliyinə əsasən :

$$y_1^2 + 1^2 \geq 2\sqrt{y_1^2 \cdot 1^2} = 2y_1 \cdot 1$$

$$y_2^2 + 2^2 \geq 2\sqrt{y_2^2 \cdot 2^2} = 2y_2 \cdot 2$$

$$y_3^2 + 3^2 \geq 2\sqrt{y_3^2 \cdot 3^2} = 2y_3 \cdot 3$$

.....

$$y_{2024}^2 + 2024^2 \geq 2\sqrt{y_{2024}^2 \cdot 2024^2} = 2y_{2024} \cdot 2024$$

Bu bərabərsizliklər $y_1 = 1, y_2 = 2, y_3 = 3, \dots, y_{2024} = 2024$ olduqda bərabərliyə çevrilir. Yuxarıdakı bərabərsizlikləri tərəf-tərəfə vuraq:

$$(y_1^2 + 1^2)(y_2^2 + 2^2)(y_3^2 + 3^2) \dots (y_{2024}^2 + 2024^2) \geq 2^{2024} \cdot 2024! \cdot y_1 y_2 \dots y_{2024}$$

Buradan alınır ki, $y_1 = 1, y_2 = 2, y_3 = 3, \dots, y_{2024} = 2024$.

Deməli verilən tənliyin yeganə $(1, 2, 3, \dots, 2024)$ kimi həlli var.

Misal 7. $y^3 = 4x^3 + 2z^3$ tənliyinin tam həllərini tapın[2].

Həlli: Göstərək ki, bu tənliyin $(0, 0, 0)$ -dan başqa həlli yoxdur. Bunun üçün **əksini fərz etmə üsulundan** istifadə edək. Yəni, tutaq ki, verilən tənliyin başqa tam həlləri də var. $x \neq 0, y \neq 0, z \neq 0$ olsun. x, y və z ədədlərinin **ƏBOB** - u k olsun: $x = kx_1, y = ky_1, z = kz_1$. Burada x_1, y_1, z_1 qarşılıqlı sadə ədəldir: **ƏBOB** $(kx_1, ky_1, kz_1) = k \cdot \text{ƏBOB}(x_1, y_1, z_1) = k$. $x = kx_1, y = ky_1, z = kz_1$ münasibətlərini verilən tənlikdə yerinə yazsaq:

$$4(kx_1)^3 - (ky_1)^3 + 2(kz_1)^3 = 0, \quad 4x_1^3 - y_1^3 + 2z_1^3 = 0 \Rightarrow y_1^3 = 4x_1^3 + 2z_1^3$$

Alınmış münasibətin sağ tərəfi cüt ədəddir. Ona görə də sol tərəf də cüt olmalıdır. $y_1 = 2y_2$ götürək.

Onda

$8y_2^3 = 4x_1^3 + 2z_1^3$ olar. Buradan $4y_2^3 = 2x_1^3 + z_1^3$ alarıq. Alınmış bu münasibətdən aydın olur ki, $z_1 = 2z_2$ olmalıdır. Onda $4y_2^3 = 2x_1^3 + 8z_2^3, 2y_2^3 = x_1^3 + 4z_2^3$ alarıq. Həmçinin $x_1 = 2x_2$ olmalıdır. Onda $2y_2^3 = 8x_2^3 + 4z_2^3 \Rightarrow y_2^3 = 4x_2^3 + 2z_2^3$ alınar.

Beləliklə aldığımız ki, x_1, y_1, z_1 ədədlərinin 2 kimi ortaq böləni var. Bu isə şərtə ziddir. x_1, y_1, z_1 qarşılıqlı sadə ədəldir. Deməli, verilən tənliyin yeganə $(0, 0, 0)$ kimi tam kökü vardır.

Misal 8. 2024 ədədini iki natural ədədin kvadratları fərqi şəklində yazın[3].

Həlli: Tutaq ki, axtarılan natural ədədlər a və b -dir. Onda şərtə görə $a^2 - b^2 = 2024$ olmalıdır. Buradan

$$(a - b)(a + b) = 2024 \quad \text{alarıq.} \quad 2024 = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 23 \quad \text{olduğu} \quad \text{üçün}$$

$(a - b)(a + b) = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 23$ olar. Aydındır ki, $a + b \geq a - b$. Eyni zamanda $a - b$ və $a + b$ ədədlərinin hər ikisi eyni zamanda cüt ədəd olmalıdır. Onlardan biri tək, digəri cüt ədəd ola bilməz. Məsələn, $a - b = 1, a + b = 2024$ olarsa, alınan

$$\begin{cases} a - b = 1 \\ a + b = 2024 \end{cases}$$

tənliklər sisteminin natural həllər cütü yoxdur.

Yuxarıdakı şərtlərə əsasən, aşağıdakı tənliklər sistemlərini alarıq:

$$\begin{cases} a - b = 2 \\ a + b = 1012 \end{cases}, \begin{cases} a - b = 4 \\ a + b = 506 \end{cases}, \begin{cases} a - b = 22 \\ a + b = 92 \end{cases}, \begin{cases} a - b = 44 \\ a + b = 46 \end{cases}.$$

Buradan: $\begin{cases} a = 507 \\ b = 505 \end{cases}; \begin{cases} a = 255 \\ b = 251 \end{cases}; \begin{cases} a = 57 \\ b = 35 \end{cases}; \begin{cases} a = 45 \\ b = 1. \end{cases}$

Cavab: 507 və 505, 255 və 251, 57 və 35, 45 və 1.

NƏTİCƏ

Bu məqalə şagirdlərin, tələbələrin və gənc müəllimlərin müxtəlif riyaziyyat olimpiadalarına hazırlaşmaları üçün əhəmiyyətlidir. Çünki burada qeyri-standart şəkildə çalışmaların həllində müxtəlif həll üsullarına istinad edilir. Öyrənmələrin bu üsulları bilmələri məqsədəuyğundur. Məqalə müasirliyi və orijinallığı ilə seçilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Balakışiyev A., Sultanova M., Qeyri-standart və düşündürücü çalışmalar (həlli ilə). Bakı, "MBM", 2015, 288 səhifə.
2. Quliyev R., Qarayev F. Riyaziyyatdan olimpiada iştirakçıları üçün 200 variant. Bakı, "Təhsil", 2009, 388 s.
3. Aranlı M., Riyaziyyatdan olimpiada məsələləri. Bakı, 2008, "MBM", 298 səhifə.
4. Агаханов Н.Х., Богданов И.И., Кожевников П.А. , и др. Всероссийские олимпиады школьников по математике 1993-2006: Окружной и финальный этапы. М: МЦНМО-2007, 472 стр.
5. Васильев Н.Б., Гутенмахер В.Л., Раббот ж. м., Тоом А.Л. Заочные математические олимпиады. М: Наука-1986, 176 стр.
6. Шкалярский Д.О., Ченцов Н.Н., Яглом И.М. Избранные задачи и теоремы элементарной математики. М: Наука -1976, 384 стр.
7. Бабинская И.Л. Задачи математических олимпиад. М: Наука -1975, 112 стр.

**APPLICABILITY WITH BENEFITS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) AMONG
HEALTHCARE WORKERS IN A TERTIARY HOSPITAL IN EDO NORTH SENATORIAL
ZONE, EDO STATE**

Efegbere, Henry Akpojubaro

Department of Community Medicine, Edo State University Uzairue,

Edo State, Nigeria

Global Community Health Foundation, Nigeria

Cashville Development Foundation, Nigeria

International Centre of Inter-professional Team Building, Nigeria

The Brethren Ministry International

International College of Health Sciences and Technology LTD

International College of Technology LTD

Pan-Global College of Nursing Sciences LTD

Eze Tochukwu Hyacinth

Department of Medicine, Nnamdi Azikiwe University Nnewi Campus

Tabowei Benjamin

Department of Surgery, Niger Delta University Amasomma, Bayelsa State, Nigeria

Olufunke Onaadepo

Department of Physiology, University of Rwanda

Akpojisheri Erhuvwu

Department of Nursing Sciences, Edo State University Uzairue, Nigeria

Obataze Akpoyovwere

Department of Nursing Sciences, Edo State University Uzairue, Nigeria

Alenoghena O. Innocent

Department of Community Medicine , Ambrose Ali University Ekpoma, Edo State, Nigeria

ABSTRACT

The United Nations Sustainability Development Goals process culminated in the subsequent adoption of the 2030 Agenda for Sustainable Development, with 17 SDGs at its core, at the UN Sustainable Development Summit in September 2015. This study is Applicability with Benefits of Artificial Intelligence Among Healthcare workers in Edo state University teaching Hospital. The researchers used a self-structured questionnaire and thirty (30) healthcare workers for the data collection. Data obtained were analyzed using data analysis tool such as frequency distribution tables and percentages. From the findings, majority of respondents agreed that AI analyzes medical images like X-rays, MRIs, CT scans, and mammograms (60.0%). and that AI processes extensive patient data, including medical history, lab results, and genetic information, to aid early disease diagnosis (43.3%). Most of the respondents agreed that AI analyzes biological data to identify drug candidates efficiently (73.3%). Most of the respondents agreed that AI creates personalized treatment plans based on patients' medical history, genetics, and lifestyle (83.3%). Most of the respondents were Undecided that AI chatbots and virtual health assistants engage with patients, answering questions and offering basic medical advice (53.3%). Of 30 participants, majority agreed that Ai creates personalized treatment plans based on patient data (50.0%). majority were also undecided that Ai-integrated robots enhance

surgical precision and dexterity (83.3%). Most of the respondents Strongly agreed that AI-enabled wearables monitor patients' health metrics remotely (53.3%). lastly, majority of the respondents agreed that AI optimizes resource allocation, including staff, equipment and inventory management (23.3%). Most of the respondents agreed that There is a high level of understanding of artificial intelligence (50.0%). Majority undecided that Hospital leadership support for AI integration in healthcare (66.6%). The study concluded that Artificial intelligence can be used in different aspects of the health sector and even by healthcare workers

Keywords: United Nations Sustainable Development Goals; Applicabilities, Benefits, Artificial Intelligence, Edo State University Teaching Hospital.

INTRODUCTION

Background to the Study

In January 2015, the General Assembly began the negotiation process on the post-2015 development agenda.¹ The process culminated in the subsequent adoption of the 2030 Agenda for Sustainable Development, with 17 SDGs at its core, at the UN Sustainable Development Summit in September 2015.¹ The health sector has witnessed remarkable advancements in recent years, and one technology that has played a significant role in transforming healthcare is artificial intelligence (AI) (Smith, 2021). Artificial intelligence encompasses the simulation of human intelligence in machines that can learn, reason, and make decisions autonomously. Artificial intelligence is not one technology, but rather a collection of them. Most of these technologies have immediate relevance to the healthcare field, but the specific processes and tasks they support vary widely (Topol, 2019). By using artificial intelligence in healthcare, medical professionals can make more informed decisions based on more accurate information - saving time, reducing costs and improving medical records management overall (Krittanawong, 2020).

Artificial intelligence algorithms have demonstrated remarkable accuracy in disease diagnosis and prediction, surpassing human capabilities in some cases. There are already a number of research studies suggesting that AI can perform as well as or better than humans at key healthcare tasks (Ehteshami Bejnordi et al., 2017). Today, algorithms are already outperforming radiologists at spotting malignant tumors, and guiding researchers in how to construct cohorts for costly clinical trials (Esteva et al., 2017). Machine learning algorithms can analyze vast amounts of medical data, including patient records, lab results, and medical images, to identify patterns and provide accurate diagnoses (Rajkomar et al., 2018). By leveraging AI, healthcare providers can enhance diagnostic accuracy, reduce errors, and improve patient outcomes. The process of discovering and developing new drugs is time-consuming and costly. AI algorithms can expedite this process by analyzing vast amounts of data and identifying potential drug candidates with higher success rates. AI in healthcare promises to be a game changer - leading the way towards a future where patients receive quality care and treatment faster and more accurately than ever before (Bates et al., 2018). Artificial intelligence was first discovered in 1956 by John McCarthy when he held the first academic conference at Dartmouth College where researchers discussed the possibility of creating machines that could stimulate human intelligence. Artificial intelligence has developed or evolved over time; development in Nigeria is majorly as a result of artificial intelligence (Igwe et al., 2019). It has helped to increase Nigeria's productivity and output, lack of adequate artificial intelligence may adversely affect the nation's economy (Dabalén et al., 2021).

In the 1980s and 1990s, researchers started exploring the potential of Artificial intelligence in medical diagnostics and eventually developed expert systems that were able to assist doctors in diagnosing diseases and recommend treatment options based on patient data and medical knowledge. As technology evolved, Artificial intelligence began to find more extensive application in healthcare. In the early 2000s, researchers began using machine learning algorithms to analyze imaging data, such as X-rays and Magnetic resonance imaging (MRIs), aiding in the detection and diagnosis of diseases (Obermeyer et al., 2016). As AI continues to evolve, it will undoubtedly play a pivotal role in shaping

the future of healthcare, improving patient outcomes, and revolutionizing the healthcare industry as a whole (Ching et al., 2018). However, for a variety of reasons, we believe that it will be many years before AI replaces humans for broad medical process domains (Emanuel et al., 2019).

CONCEPTUAL REVIEW

Artificial intelligence (AI)

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force in the healthcare sector, holding the potential to revolutionize various aspects of patient care and hospital management. Within the field of nursing, AI technologies are increasingly being recognized for their ability to enhance clinical decision-making, streamline workflows, and improve patient outcomes. This literature review delves into key studies and findings that underscore the significance of AI applications in nursing and how they align with the objectives of this study focused on the Edo State University Teaching Hospital.

- 1. AI-Assisted Diagnostics:** AI-powered tools have shown remarkable capabilities in assisting nurses with diagnostics. Studies by Esteva et al. (2017) and Rajkomar et al. (2018) demonstrate the effectiveness of deep learning algorithms in dermatology and disease diagnosis. Such AI systems, when integrated into the hospital's diagnostic processes, can aid nurses in providing more accurate and timely assessments, ultimately improving patient care.
- 2. Clinical Decision Support:** AI-driven Clinical Decision Support Systems (CDSS) are increasingly used in healthcare. These systems provide nurses with real-time information and evidence-based recommendations to guide their decisions. Smith (2021) discusses how AI-driven CDSS can reduce medication errors and improve patient safety. Integrating such systems at Edo State University Teaching Hospital can assist nursing staff in making informed decisions.
- 3. Patient Monitoring and Care:** AI-based technologies can continuously monitor patients, providing early alerts for deteriorating conditions. Topol (2019) emphasizes the importance of wearables and remote monitoring, which can empower nurses to monitor patients' vital signs even outside traditional healthcare settings. This aligns with the objective of improving patient management and outcomes.
- 4. Workflow Optimization:** AI can automate routine tasks, allowing nurses to focus more on patient care. Bates et al. (2018) discuss the role of AI in managing high-risk patients, which can significantly benefit nurses by automating patient identification and risk assessment, thereby optimizing their workflows.
- 5. Ethical Considerations:** As AI becomes more integrated into healthcare, ethical considerations gain prominence. Ching et al. (2018) examine the ethical implications of AI in healthcare, including data privacy and algorithm transparency. Given the sensitive nature of patient data, addressing these ethical concerns aligns with the objective of responsible AI adoption in nursing practice.
- 6. Local Relevance:** Studies like Igwe et al. (2019) and Dabalen et al. (2021) underscore the potential economic and policy implications of AI adoption in Nigeria. These findings emphasize the need for locally relevant AI solutions in healthcare, aligning with the objective of this study to assess AI's applicability in the context of Edo State University Teaching Hospital.

In summary, the literature supports the integration of AI in nursing practice, aligning with the objectives of this study. AI has the potential to enhance diagnostics, clinical decision support, patient monitoring, workflow optimization, and ethical considerations in nursing. Moreover, the relevance of AI adoption in the local Nigerian context emphasizes the need to explore AI solutions tailored to the specific needs and challenges faced by Edo State University Teaching Hospital's nursing staff.

AI Types:

AI comprises various technologies rather than a single one, with each supporting specific mechanisms and tasks in healthcare.

- 1. Machine Learning:** Neural networks and deep learning are prevailing types of AI. Machine learning, often used in precision medicine, assesses patients' conditions and determines the appropriate treatment procedures based on their medical backgrounds (Reddy et al., 2018; Davenport & Kalakota,

2019). Neural networks, a complex technology available since the 1960s, are used to predict the development of specific diseases in patients (Reddy et al., 2018). Deep learning is valuable for diagnosing lacerations and contusions from radiology images, and it is progressively employed for speech recognition, a type of natural language processing (NLP) (Reddy et al., 2018; Khanna, 2020).

2. **Natural Language Processing:** NLP utilizes unstructured healthcare data from electronic health record systems, converting it into a usable and analyzable form. NLP is applied to extract important information from patients' records, such as prescriptions and medical issues, and analyze trends in social media (Kourou et al., 2021).

3. **Rule-Based Expert Systems:** Used for clinical decision support, rule-based expert systems utilize sets of rules provided by electronic health records (EHR) to reason like human beings (Davenport & Kalakota, 2019; Kourou et al., 2021).

4. **Physical Robots:** Robots execute pre-detailed functions, such as lifting, welding, and delivering supplies in healthcare settings. Surgical robots, certified since 2000, enhance surgeons' abilities during procedures (Davenport & Kalakota, 2019).

5. **Robotic Process Automation:** An inexpensive and programmable AI technology, robotic process automation is used in healthcare for processing endorsements, revising patient records, and extracting data from images (Davenport & Kalakota, 2019).

6. **Artificial Neural Networking:** Artificial neural networks (ANN) simulate the computation of human brain nerve cells, aiding developments in voice recognition, image recognition, and robotics (Kourou et al., 2021; Alsheibani et al., 2018).

7. **Clinical Decision Support System (CDSS):** CDSS uses previous patient data to accurately diagnose diseases and allows clinicians to integrate their knowledge with CDSS information (Kourou et al., 2021; Amann et al., 2020).

8. **Biomarkers:** Machine learning-aided biomarker discovery involves various tests to identify molecular signs of health for improved patient treatment (Kourou et al., 2021).

9. **Arterial Spin Labelling Imaging (ASL):** ASL is a non-invasive method of assessing brain perfusion, successfully used in monitoring Alzheimer's disease (Kourou et al., 2021).

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE:

a. Healthcare Drug Creation: Machine learning algorithms are reducing drug discovery time, making the process faster, safer, and more economical. AI assists in discovering new compounds for diseases and identifying the applications of previously tested compounds. For example, AI identified two medicines for treating the Ebola outbreak in West Africa within a day, a process that would normally take months to years.

b. Treatment Design: AI precisely identifies and analyzes medical images, aiding in faster disease diagnosis. It also assists in collecting patient information, diagnosis records, and billing, leading to better care design and patient satisfaction.

c. Disease Progression: AI, using biomarkers, helps document the progression of diseases at different stages, leading to better disease models and data processing.

d. Diagnosis Aid: AI aids in more accurate disease detection, such as skin cancer, outperforming even experienced doctors by automating diagnosis through AI systems.

e. Health Monitoring: Wearables and fitness gadgets equipped with AI monitor individuals' health, analyze data, and provide health status feedback to users.

f. Managing Medical Data and Records: AI plays a crucial role in collecting, storing, normalizing, and tracing healthcare data sources, streamlining data management and analysis in healthcare.

Concerns in Healthcare:

1. **Administrative Workflow:** AI can help reduce paperwork and manage time-consuming administrative tasks in healthcare, allowing medical professionals to focus more on patient care.
2. **Inadequate Nurses:** AI can assist in addressing the shortage of doctors and nurses, improving patient care and reducing waiting times.
3. **Surgery:** AI can support surgeons during surgeries, making procedures more efficient and reducing the risk of exhaustion.
4. **Diagnosis:** Faster and more accurate AI techniques can complement healthcare professionals' observations in diagnosing patients' health issues.
5. **Health Monitoring:** AI can offer faster and more precise health monitoring solutions, encouraging patients to be more proactive about their health.

ADVANTAGES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE:

- a. Expanded Healthcare Access:** Developing and under-developed nations often lack enough physicians, making it difficult to provide proper healthcare. AI algorithms can be utilized for diagnosis in these regions, improving healthcare accessibility. (Kourou et al., 2021).
- b. Improves Record-Keeping:** Electronic Health Records (EHR) with AI technologies, like voice recognition and dictation, simplify storing and managing patient data, enhancing the documentation process. (Kourou et al., 2021).
- c. Advanced Immunotherapy:** AI plays a significant role in advancing immunotherapy for cancer treatment, identifying patients who can benefit from it. (Kourou et al., 2021).
- d. Improves Quality of Services:** AI's speed and efficiency in diagnosis, treatment, and record-keeping lead to reduced labor and treatment costs, ultimately improving the quality of healthcare services. (Kourou et al., 2021).

RISK FACTORS:

Cyber-attacks: AI systems are susceptible to cyber-attacks, which can sabotage accuracy in diagnosis and drug administration. Ensuring cyber security in medicine is crucial to prevent such attacks. (Reddy, et.al 2018); (Arnold, 2021); (Kiener, 2020).

Systematic Bias: AI systems can be biased due to insufficiently diverse training data, leading to biased results and worse healthcare for certain minorities. Biases can also result from human physicians' decisions during AI training. (Reddy, et.al 2018); (Arnold, 2021); (Kiener, 2020).

Mismatch: AI systems may suggest actions that do not align with a patient's condition, potentially harming the patient. This mismatch can be a critical challenge in utilizing AI in medicine. (Reddy, et.al 2018); (Arnold, 2021); (Kiener, 2020).

ETHICAL AND MEDICO-LEGAL CONCERNS:

Informed Consent: Implementing AI in healthcare raises concerns about how informed consent is obtained from patients, especially with complex AI algorithms that may be challenging for clinicians to understand. Guidelines should be established for AI implementation to ensure proper informed consent. (Guan, 2019); (Amann, 2020); (Kourou et al., 2021).

Safety and Transparency: AI algorithms must be safe and transparent to ensure reliable performance and valid outcomes. Data sharing should be confidential to prevent cybersecurity risks, and the type of data used should be transparent. (Guan, 2019); (Amann, 2020); (Kourou et al., 2021).

Algorithmic Fairness and Biases: AI algorithms must be free from biases based on skin color, gender, disabilities, or other demographics. Ensuring fair outcomes across all demographics is essential for commendable results. (Guan, 2019); (Amann, 2020); (Kourou et al., 2021).

Data Privacy: Patient healthcare information should be kept confidential, but the misuse of such data by governments and medical institutions is an ethical concern. Proper regulations are needed to protect patient privacy. (Guan, 2019); (Amann, 2020); (Kourou et al., 2021).

Medicolegal Issues: AI-related damage to patients raises questions of liability and requires a relevant legal framework to protect patients, healthcare practitioners, and the healthcare system as a whole. (Guan, 2019); (Amann, 2020); (Kourou et al., 2021).

Ethical, Legal, and Other Challenges in the Use of AI in Healthcare:

AI applications, along with technologies like big data and robotics, have the potential to revolutionize healthcare across various areas such as hospitals, pharmaceuticals, mental health, insurance, and predictive medicine. However, these applications bring new risks and challenges that require policy and institutional frameworks to guide their design and use, particularly at the individual level. The increasing availability of health-related data and the use of AI for medical purposes raise ethical, technical, and resource-related questions that need to be addressed.

One major challenge is the lack of explainability and trust in AI processes. The algorithms used in AI systems often become complex black boxes that make it difficult for humans to understand how and why specific decisions are made. This lack of transparency hampers the ability to fully trust AI systems (Schmeltzer, 2019).

In low and middle-income countries (LMICs), integrating AI into healthcare systems faces hurdles in scaling digital health technologies. Limited resources and technological capabilities of LMIC governments create barriers to consistent policies for population health, hindering the national-level scaling of AI tools (USAID, 2019). Quality and safety challenges arise as AI requires high-quality data and a strong digital health infrastructure, which may be lacking in low-resource settings. Low EMR adoption rates in LMICs are a barrier to feeding AI machines with historical and real-time patient data (World Bank, 2019; USAID, 2019).

Privacy concerns also play a critical role in the use of health data, as governments may be tempted to sell such data to private companies. Patients' data can become monetizable, raising ethical considerations about informed consent and data usage (Leetaru, 2018). Additionally, technology companies using AI for health purposes must consider their obligations in alerting populations to potential health risks, even if governments may be reluctant to do so due to economic interests.

Governance becomes challenging as health, technology, and data protection policies differ across countries and regions. LMICs often lack regulations on data and technology use that are intrinsic to AI development. Accuracy of AI-produced results is another concern, as hidden biases in datasets can lead to inaccurate predictions (Information Commissioner's Office, 2017). Responsibilities for flawed AI-derived recommendations need to be clearly defined, considering the intricate processes involved in AI development.

Business model sustainability is also a challenge, especially in low-resource contexts where actors may lack the financial means to purchase AI tools. Equity issues arise due to the 'digital divide', where different parts of society have varying levels of access to advanced technologies, creating disparities in healthcare services (USAID, 2019).

To overcome these challenges, strong infrastructural, legal, and ethical frameworks are required for health-related AI applications. Governments and organizations need to consider not just ethical and legal issues, but also fairness, if AI is to contribute to achieving health-related Sustainable Development Goals (SDG) targets. Technology trajectories will be shaped by local socio-economic contexts, making AI applications tailored to specific country needs and challenges (Louise, 2018). India's AI strategy in healthcare provides a relevant case study to contextualize these issues (Niti Aayog, 2018a)

THEORETICAL FRAMEWORK

The theoretical framework for this study is based on two key theories: The Technology Acceptance Model (TAM) and the Diffusion of Innovation Theory but we will be focusing more on The Technology Acceptance Model.

The Technology Acceptance Model (TAM): The Technology Acceptance Model (TAM) is a widely recognized and influential theoretical framework that explores the factors influencing the adoption and acceptance of new technologies by individuals. It was first proposed by Fred Davis in 1986 and has since been extended and modified by various researchers. TAM is particularly relevant in understanding users' attitudes and behaviors towards technology in various settings, including healthcare.

The basic premise of TAM is that an individual's intention to use a technology is primarily determined by two key factors: perceived usefulness (PU) and perceived ease of use (PEOU).

1. **Perceived Usefulness (PU):** Perceived usefulness refers to the user's belief that a specific technology will enhance their performance, productivity, or effectiveness in achieving their goals. In the context of AI in healthcare, individuals, such as healthcare professionals at Edo State University Teaching Hospital, are more likely to adopt AI technologies if they perceive them as valuable tools that can improve patient care, diagnostic accuracy, treatment planning, and overall healthcare outcome.

2. **Perceived Ease of Use (PEOU):** Perceived ease of use refers to the user's perception of how easy it is to use a technology. If AI applications are perceived as user-friendly, intuitive, and require minimal effort to operate, healthcare professionals at Edo State University Teaching Hospital are more likely to accept and integrate AI into their daily practices.

Moreover, TAM proposes that PU and PEOU influence an individual's attitude toward using the technology, which subsequently shapes their intention to use it. Positive attitudes and intentions are more likely to lead to actual technology adoption and usage.

TAM has been widely applied in various healthcare contexts to understand technology adoption by both healthcare professionals and patients. In the case of AI in healthcare at Edo State University Teaching Hospital, TAM can be utilized to examine the attitudes and intentions of healthcare professionals towards adopting AI applications. By identifying factors that influence perceived usefulness and ease of use, stakeholders can better design and implement AI technologies that align with the needs and preferences of the healthcare professionals, leading to successful integration and enhanced healthcare services. Additionally, TAM can be used to identify potential barriers to AI adoption and devise strategies to address any concerns or resistance among users, ultimately facilitating the successful implementation of AI in the healthcare system of Edo State University Teaching Hospital.

Other Theories that relate Artificial Intelligence to Nursing;

Several nursing theories and frameworks relate to the integration of artificial intelligence (AI) into the nursing profession. These theories provide a foundation for understanding how AI can be incorporated into nursing practice while considering the humanistic and patient-centered aspects of care. Here are a few nursing theories and concepts that are relevant to AI in nursing:

1. **The Nursing Process:** The nursing process, including assessment, diagnosis, planning, implementation, and evaluation, remains a fundamental framework in nursing. AI can assist nurses at each stage of this process, from collecting patient data to suggesting care plans and monitoring outcomes.

2. **Watson's Human Caring Theory:** Developed by nursing theorist Jean Watson, this theory emphasizes the importance of the nurse-patient relationship and the humanistic aspects of nursing care. When applying AI in nursing, it's crucial to ensure that technology supports and enhances this essential connection rather than replacing it.

3. **Roy's Adaptation Model:** Sister Callista Roy's model focuses on patients' adaptive abilities in response to stressors. AI can help nurses assess and predict patients' responses to stressors more effectively, guiding interventions that support adaptation.

4. **Orem's Self-Care Deficit Theory:** Dorothea Orem's theory emphasizes patients' self-care abilities. AI can assist nurses in assessing patients' self-care deficits and developing tailored self-care plans or providing education and reminders.

5. Neuman's Systems Model: Betty Neuman's model views individuals as holistic systems responding to stressors. AI can assist in monitoring and analyzing data related to a patient's physiological and psychological responses to stressors, enabling proactive interventions.
6. Peplau's Interpersonal Relations Theory: Hildegard Peplau's theory highlights the importance of the nurse-patient relationship in achieving therapeutic outcomes. AI should complement this relationship by supporting nurses with accurate information and recommendations.
7. Leininger's Cultural Care Theory: Madeleine Leininger's theory underscores the significance of cultural competence in nursing care. AI can help nurses access culturally sensitive information and resources to provide culturally competent care.
8. Ethical Theories (e.g., Beauchamp and Childress): Ethical theories and principles, such as autonomy, beneficence, non-maleficence, and justice, guide ethical decision-making in nursing. Nurses must consider ethical implications when using AI, especially regarding patient data privacy, informed consent, and equitable access to AI-driven healthcare.
9. Benner's Novice to Expert Model: Patricia Benner's model describes the stages of nursing expertise, from novice to expert. AI can support nurses at various skill levels by providing guidance, recommendations, and decision support aligned with their expertise.

Incorporating AI into nursing practice should be grounded in these nursing theories and ethical principles. Nurses must ensure that AI technologies align with the core values of nursing, enhance patient care, and promote a patient-centered approach while respecting patients' dignity, autonomy, and cultural diversity.

EMPIRICAL STUDIES REVIEW

Uche (2012): Uche's study delves into the prospective approach of utilizing AI in healthcare. AI systems, designed to mimic intelligence and self-improve through data collection, have proven effective in hospitals, clinical laboratories, and research. The key features of AI in the medical field lie in treatment management and diagnosis. Advanced algorithms enable AI systems to learn from vast healthcare data, leading to efficient problem-solving beyond human capability. The incorporation of auto-learning in algorithms enhances performance and accuracy. AI facilitates physicians by providing access to advanced medical knowledge through journals, clinical papers, and medical textbooks, thus reducing diagnostic and therapeutic errors. The learning process benefits from medical data, particularly from the patient population. Various types of AI, such as biomarkers, natural language processing, rule-based expert systems, and physical robotics, find applications in treatment design, disease progression analysis, diagnosis aid, and health monitoring.

Laura And Halak (2018): This study focuses on the potential of AI in Africa's healthcare and addresses ethical considerations. AI's implementation can result in reduced annual healthcare expenditure, early disease detection, round-the-clock monitoring for chronic disorders, and reduced exposure of healthcare professionals in contagious environments. Moreover, AI can address inefficiencies like misdiagnosis, healthcare worker shortages, and wait times. However, the study emphasizes the importance of safeguarding against privacy breaches, ensuring personalized care, and promoting accessibility. An AI framework must prioritize ethics to strike a balance between innovation and data protection.

Conclusion: The empirical studies highlight the vast potential of AI in healthcare, with its applications ranging from treatment management to disease diagnosis. AI can lead to more accurate and efficient healthcare services, particularly in Africa, where it can address various healthcare challenges. However, ethical considerations must be at the forefront of AI implementation to protect patient data and ensure equitable access to healthcare services. Policymakers play a vital role in designing an ethical AI framework that allows innovation while prioritizing data protection and personalized care. By embracing the opportunities presented by AI and addressing its ethical challenges, healthcare systems can achieve significant improvements in patient care and outcomes.

RESEARCH METHODOLOGY

Research Design

This study adopts a survey research design, chosen to align with the outlined objectives in chapter one. The design offers an efficient and accurate way to assess information on AI application and benefits among healthcare workers. The study was conducted in Edo State University Teaching Hospital.

Population of the Study

This study focused on healthcare workers at Edo State University Teaching Hospital, Etsako West LGA, Edo State, Nigeria. The total population of healthcare workers were 100 and 30 respondents was selected from the population, and Edo State was chosen due to its proximity to the researcher.

Sample and Sampling Techniques

The researcher used Taro Yamane's formula to determine the sample size from the population based on the availability of the subjects that was present in the facility.

Taro Yamane's formula is given as;

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Where N = Population of study (100)

n = Sample size (?)

e = Level of significance at 5% (0.05)

1 = Constant

$$\therefore n = \frac{100}{1 + 200(0.05)^2} = \frac{100}{1 + 100(0.0025)} = \frac{100}{1 + 1.25}$$

$$n = \frac{100}{2.25} = 44$$

The sample size therefore is 44, only 30 responded

Research Instrument and Instrumentation

Data for this study was collected from both primary and secondary sources. The primary source involved a structured questionnaire titled Application and Benefits Of Artificial Intelligence in The Health sector Questionnaire. The questionnaire consists of two two sections, A and B. Section A consist of the subjects personal information. Section B consists of 15 questions that requested the respondent's information on Application and Benefits Of Artificial Intelligence Among Healthcare workers. It had a 5 ratio scale of Strongly Agree, Agreed, Undecided, Disagreed, Strongly Disagreed, which are at the level of utilization. Secondary sources included textbooks, journals, and scholarly materials.

Validity of Instrument

The instrument of this study underwent face validation, which tests the appropriateness of questionnaire items. The questionnaires were given to the Supervisor for necessary corrections to be made before it was distributed to the subjects.

Reliability of Instrument

The questionnaire was administered to the subjects in test and retest to check the consistent of instruments. The coefficient of 0.81 was considered a reliability coefficient.

Method of Data Collection

After the permission was granted from the Head of the Hospital, the researchers went ahead to seek consent from the health workers and explained the aim of the study as well as their involvement in the

study. The questionnaire was administered to the respondents to answer and was collected on the same day.

Method of Data Analysis

The collected data was analyzed using frequency tables, percentages, and mean score analysis. To test the formulated hypotheses, the nonparametric statistical test (Chi-square) will be employed with the aid of SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). The data gathered through the questionnaire will be coded, tabulated, and analyzed using SPSS software in alignment with the research questions and hypotheses. The chi-square method will be utilized for the test of independence to ensure efficient data management and accuracy. Chi square is given as

$$X^2 = \frac{\sum (o-e)^2}{e}$$

Where X^2 = chi square
 o = observed frequency
 e = expected frequency

Level of confidence / degree of freedom

When employing the chi – square test, a certain level of confidence or margin of error has to be assumed. More also, the degree of freedom in the table has to be determined in simple variable, row and column distribution, degree of freedom is: $df = (r-1) (c-1)$

Where; df = degree of freedom

r = number of rows
 c = number of columns.

In determining the critical chi _ square value, the value of confidence is assumed to be at 95% or 0.95. a margin of 5% or 0.05 is allowed for judgment error.

Ethical Consideration

The Subjects were informed that their response will be treated with strict confidentiality and the information collected will be used for academic purposes and that any falsification of data will be avoided. Avoidance of plagiarism is ensured that all references made are acknowledged.

RESULTS

This chapter presents the data analysis which was obtained from the questionnaire distribution procedure to the respondents with respect to the study. Data were analyzed and presented in percentage and frequency tables. Thirty (30) copies of the questionnaire were distributed to the respondents, and all copies were properly filled and returned. This put the response rate at 100%, which was suitable for the study.

Demographics characteristics of the respondents

Table 1: Age distribution of the respondents. N=30

Age	Frequency (30)	Percentage (100%)
20-30	5	16.7
31-40	11	36.7
41-50	6	20
51-60	5	16.7
Above 60	3	10

From the above Table 1, Most of the respondents were between the ages of 31-40 (36.7%). Both ages 20-30 and 51-60 has the same percentage (16.7%). Ages 41-50 had a percentage of 20%. lastly, respondents above 60 had the least (10%).

Table 2 Educational Qualification

Educational Qualification	Frequency	Percentage (100%)
FSLC	-	-
WAEC/GCE/NECO	-	-
OND/HND/BSC	18	60
MSC/PGD/MBA/PHD	12	40

Table 2 contains the educational qualification of the respondents. Most of the respondents were OND/HND/BSC holders (60%). Others were MSC/PGD/MBA/PHD holders (40%).

Table 3: Occupation

Occupation	Frequency	Percentage (100%)
Medical Doctor	7	23.3
Nurses	10	33.3
Laboratory Scientists	5	16.7
Health Assistants	3	10
Others	5	16.7

Table 3 contains the Occupation of the respondents. Most of the respondents are Nurses (33.3%). Other respondents; laboratory scientists and others had same percentage (16.7%). From the findings, Medical doctors also responded (23.3%). The least respondents were the Health assistants (10%).

Table 4 showing AI analyzes medical images like X-rays, MRIs, CT scans, and mammograms.

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	12	40.0
Agree	18	60.0
Undecided	-	-
Strongly Disagree	-	-
Disagree	-	-

Table 4 shows that majority of respondents agreed that AI analyzes medical images like X-rays, MRIs, CT scans, and mammograms (60.0%) and that other respondents strongly agreed. (40.0%).

Table 5 showing AI processes extensive patient data, including medical history, lab results and genetic information to aid early disease diagnosis.

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	10	33.3
Agree	13	43.3
Undecided	7	23.3
Strongly disagree	-	-
Disagree	-	-

Table 5 shows that AI processes extensive patient data, including medical history, lab results, and genetic information, information, to aid early disease diagnosis. Most of the respondents agreed (43.3%). Others, strongly agreed (33.3%). The least respondents undecided (23.3%).

Table 6 showing AI analyzes biological data to identify drug candidates efficiently

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	-	-
Agree	22	73.3
Undecided	8	26.7
Strongly disagree	-	-
Disagree	-	-

Most of the respondents agreed that AI analyzes biological data to identify drug candidates efficiently (73.3%). Other respondents undecided (26.7%).

Table 7 AI creates personalized treatment plans based on patients' medical history, genetics, and lifestyle.

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly agree	5	16.7
Agree	25	83.3
Undecided	-	-
Strongly disagree	-	-
Disagree	-	-

Table 7 shows AI creates personalized treatment plans based on patients' medical history, genetics, and lifestyle Most of the respondents agreed (83.3%). Other respondents strongly agreed (16.7%).

Table 8 shows AI chatbots and virtual health assistants engage with patients, answering questions and offering basic medical advice

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly agree	-	-
Agree	14	46.7
Undecided	16	53.3
Strongly disagree	-	-
Disagree	-	-

Most of the respondents were Undecided that AI chatbots and virtual health assistants engage with patients, answering questions and offering basic medical advice (53.3%). Other respondents agreed (46.7%).

Table 9 shows AI creates personalized treatment plans based on patient data

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	5	16.7
Agree	15	50.0
Undecided	10	33.3
Strongly Disagree	-	-
Disagree	-	-

Of 30 participants, majority agreed that Ai creates personalized treatment plans based on patient data (50.0%). Other respondents undecided (33.3%). The least respondents (16.7%).

Table 10 shows AI-integrated robots enhance surgical precision and dexterity

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	-	-
Agree	5	16.7
Undecided	25	83.3
Strongly disagree	-	-
Disagree	-	-

Majority undecided that Ai-integrated robots enhance surgical precision and dexterity (83.3%). Other respondents agreed (16.7%).

Table 11 shows AI-enabled wearables monitor patients' health metrics remotely

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	16	53.3
Agree	14	46.7
Undecided	-	-
Strongly Disagree	-	-
Disagree	-	-

Most of the respondents Strongly agreed that AI-enabled wearables monitor patients' health metrics remotely (53.3%). Other respondents agreed (46.7%).

Table 12 shows AI optimizes resource allocation, including staff, equipment, and inventory management

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	-	-
Agree	7	23.3
Undecided	15	50.0
Disagree	8	26.7
Strongly Disagree	-	-

lastly, majority of the respondents agreed that AI optimizes resource allocation, including staff, equipment and inventory management (23.3%).

Table 13 shows There is a high level of understanding of artificial intelligence

Response	Frequency (30)	Percentage (100%)
Strongly Agree	5	16.7
Agree	15	50.0
Undecided	10	33.3
Disagree	-	-
Strongly Disagree	-	-

Table 13 shows the level of understanding of Artificial intelligence among the healthcare workers. Most of the respondents agreed that There is a high level of understanding of artificial intelligence (50.0%). Other respondents undecided (33.3%). The least respondents strongly agreed (16.7%).

Table 14 shows Hospital leadership support for AI integration in healthcare

Response	Frequency (30)	Percentage 100%
Strongly Agree	-	-
Agree	10	33.3
Undecided	20	66.6
Disagree	-	-
Strongly disagree	-	-

From table Majority undecided that Hospital leadership support for AI integration in healthcare (66.6%). Others agreed (33.3%).

DISCUSSION OF FINDINGS

This chapter, which concludes the study, briefly summarizes the findings relationship with other studies/ literature review. It also focuses on implications of findings to nursing, limitations of the study, summary, conclusion and makes recommendations and suggestions for practice and further research.

Application of Artificial Intelligence in the health sector

From the findings in table 4, majority of respondents agreed that AI analyzes medical images like X-rays, MRIs, CT scans, and mammograms. and that AI processes extensive patient data, including medical history, lab results, and genetic information, to aid early disease diagnosis. Most of the respondents agreed that AI analyzes biological data to identify drug candidates efficiently. Most of the

respondents agreed that AI creates personalized treatment plans based on patients' medical history, genetics, and lifestyle. Most of the respondents were Undecided that AI chatbots and virtual health assistants engage with patients, answering questions and offering basic medical advice. This was in agreement with Kourou, Exarchos.K, Papaloukas, Sakaloglou, Exarchos.T and Fotiadis.D (2021) who reported that AI can create personalised treatment plans and previous patient data to accurately diagnose diseases and allows clinicians to integrate their knowledge.

Benefits of Artificial intelligence in the health sector

Of 30 participants, majority agreed that Ai creates personalized treatment plans based on patient data (50.0%). majority were also undecided that Ai-integrated robots enhance surgical precision and dexterity (83.3%). Most of the respondents Strongly agreed that AI-enabled wearables monitor patients' health metrics remotely (53.3%). lastly, majority of the respondents agreed that AI optimizes resource allocation, including staff, equipment and inventory management (23.3%). In agreement with Davenport and Kalakota (2019), Topol (2019) who approved that robotic process automation can be used in healthcare and also agreed that wearables can be essential in Healthcare.

Level of Understanding of artificial intelligence

Most of the respondents agreed that There is a high level of understanding of artificial intelligence (50.0%). Majority undecided that Hospital leadership support for AI integration in healthcare (66.6%).

Implication of the findings

The Findings of this study shows that there is a high level of application, benefits and level of understanding of Artificial Intelligence among healthcare workers in Edo State University Teaching Hospital. This suggests that efforts in providing training for healthcare workers have been effective in promoting the application and benefits of Artificial Intelligence.

Limitations of the Study

This study was carried out on Healthcare workers in Edo State University Teaching Hospital which may limit the generalization of the findings to other Hospitals in the state and in Nigeria as a whole. Also, the researcher was faced with time and financial constraints as the project was time bound and involved lots of expenses in the data collection process. Nevertheless, the work was successfully carried out using the primary data sourced from the respondents.

Conclusion

In conclusion, the integration of Artificial Intelligence in Edo State University Teaching Hospital offers a promising array of benefits for healthcare workers. It enhances diagnostics, aids in treatment decisions, streamlines record-keeping, optimizes workflows, and supports various aspects of patient care. These advancements have the potential to significantly improve healthcare delivery, making it more efficient, accurate, and accessible in the region. However, it's important to ensure proper training and oversight to maximize the advantages while maintaining patient privacy and safety. AI can continuously monitor patient vital signs and alert healthcare workers to any anomalies, ensuring timely interventions. AI can be used for medical education and training, offering simulations and virtual scenarios for healthcare workers to enhance their skills. These AI applications can ultimately lead to better patient care, reduced healthcare costs, and improved efficiency in Edo State University Teaching Hospital.

Recommendations

Based on the findings of the study, the following recommendations are proffered:

- i.** Collaboration with government and regulatory bodies to develop policies that ensure the responsible and safe use of AI in healthcare.
- ii.** Investment in training and education to equip healthcare workers with AI-related skills.
- iii.** Enhance patient education about the role of AI in their healthcare.

- iv. Establish mechanisms for continuous quality control and oversight to maintain high standards in patient care.
- v. Foster collaboration between nursing, IT, and data science departments to ensure the successful integration of AI into healthcare to promote continuous learning and professional development for nurses to keep up with evolving AI technologies.

ACKNOWLEDGEMENT :

We specially thank Mr. Stanley Ntul who assisted with collection of data for this study.

REFERENCES

- Amann, J., Blasimme, A., Vayena, E., Frey, D., & Madai, V. I. (2020). *Explainability for artificial intelligence in healthcare: A multidisciplinary perspective*. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 20(1).
- Arnold, M. H. (2021). *Teasing out artificial intelligence in medicine: An ethical critique of artificial intelligence and machine learning in medicine*. *Journal of Bioethical Inquiry*, 18(1), 121-139.
- Bates, D. W., Saria, S., Ohno-Machado, L., Shah, A., & Escobar, G. (2018). *Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients*. *Health Affairs*, 37(7), 111-117.
- Ching, T., Himmelstein, D. S., Beaulieu-Jones, B. K., Kalinin, A. A., Do, B. T., Way, G. P., ... & Xie, W. (2018). *Opportunities and obstacles for deep learning in biology and medicine*. *Journal of The Royal Society Interface*, 15(141), 20170387.
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). *The potential for artificial intelligence in healthcare*. *Future Healthcare Journal*, 6(2): 94-98.
- Ehteshami Bejnordi, B., Veta, M., Johannes van Diest, P., van Ginneken, B., Karssemeijer, N., Litjens, G. & Hermesen, M. (2017). *Diagnostic assessment of deep learning algorithms for detection of lymph node metastases in women with breast cancer*. *JAMA*, 318(22):2199-2210.
- Emanuel, E. J., Wachter, R. M., & Artificial Intelligence. (2019). *A model for integrating artificial intelligence into the clinical workflow*. *JAMA*, 321(11):1101-1102.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). *Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks*. 542(7639): 115-118.
- Guan. (2019). *Artificial intelligence in healthcare and medicine: Promises, ethical challenges, and governance*. *Chinese Medical Sciences Journal*, 6(1), 99.
- Igwe, S. E., Gbashi, S., & Igboekwe, U. C. (2019). *The role of artificial intelligence in enhancing economic growth and development in Nigeria*. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(12): 107-112.
- Khanna, D. (2020). Use of artificial intelligence in healthcare and medicine.
- Kourou, K., Exarchos, K. P., Papaloukas, C., Sakaloglou, P., Exarchos, T., & Fotiadis, D. I. (2021). *Applied machine learning in cancer research: A systematic review for patient diagnosis, classification, and prognosis*. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19:5546-5555.
- Krittanawong, C., Zhang, H. J., Wang, Z., Aydar, M., & Kitai, T. (2020). *Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine*. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(23):2836-2849.
- Price, W. N., & Cohen, I. G. (2019). *Privacy in the age of medical big data*. *journal of Nature Medicine*, 25(1):37-43.
- Reddy, S., Fox, J., & Purohit, M. P. (2018). *Artificial intelligence-enabled healthcare delivery*. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 112(1): 22-28.

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

Smith, M. (2021). The Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Medical Internet Research*, 23(8):e30452.

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Journal of Nature Medicine*, 25(1):44-56.

United Nations Sustainable Development Goals. Available at <https://sdgs.un.org/goals#history> .

Accessed on February 27, 2024.

**NUMERICAL STUDY OF PHYSIOLOGICAL BLOOD FLOW WITH STRETCHING
CAPILLARY ON MHD MICROPOLAR FLUID**

Dr. Binyam Zigta

Wachemo University, Ethiopia

ABSTRACT

Numerical analysis of mixed convection flow of MHD micropolar fluid with stretching capillary in the presence of thermal radiation, chemical reaction and viscous dissipation has been studied. The governing non linear partial differential equations of momentum, angular velocity, energy and concentration are converted into ordinary differential equations using similarity transformations which can be solved numerically. The dimensionless governing equations are solved using ode45. The effect of physical parameters such as micropolar parameter, Hartmann number, microinertial density parameter, thermal radiation parameter, Eckert number, Schmidt number and chemical reaction parameter on flow variables i.e., velocity of micropolar fluid, microrotation, temperature and concentration has been discussed graphically. MATLAB code is used to analyze numerical facts. Furthermore, computational values of local skin friction coefficient, local wall coupled coefficient, local Nusselt number and local Sherwood number for different values of parameters have been investigated.

Keywords: thermal radiation, chemical reaction, viscous dissipation, micropolar fluid, similarity transformation.

**İZİN BİLGİLERİ ÜZERİNDEN ANDROİD KÖTÜCÜL YAZILIM TESPİTİNDE TEK
DEĞİŞKENLİ ÖZİNİTELİK SEÇİM YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRMA
PERFORMANSINA ETKİSİ**

**THE EFFECT OF SINGLE-VARIABLE ATTRIBUTE SELECTION METHODS ON
CLASSIFICATION PERFORMANCE IN ANDROID MALWARE DETECTION VIA
PERMISSION INFORMATION**

Kazım KILIÇ

IoTLab, Department of Computer Engineering, Gazi University, Ankara, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-2168-1338

İbrahim Alper DOĞRU

IoTLab, Department of Computer Engineering, Gazi University, Ankara, Turkey

ORCID ID: 0000-0001-9324-7157

ÖZET

Android, mobil cihaz kullanıcılarının büyük bir çoğunluğunun tercih ettiği açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir. Android işletim sistemine uygulamalar resmi uygulama pazarlarının yanı sıra resmi olmayan kaynaklardan da indirilebilmektedir. Kullanıcı dışarıdan gelen uygulamalara izin verdiğinde uygulama yüklenebilmektedir. Bu durum, android işletim sistemi kullanıcılarının gizliliğini ve güvenliğine tehdit etmektedir. Bu çalışmada, android uygulamaların izin bilgilerini kullanarak makine öğrenimi tabanlı tespit sistemi sunulmaktadır. Çalışmanın amacı, sınıflandırmaya etkisi yüksek olan izin bilgilerinin tek değişkenli öznitelik seçme yöntemlerini kullanarak seçilmesi ve ilgisiz özniteliklerin elenmesidir. Bu amaç doğrultusunda deneyleri gerçekleştirmek için “Google Play Store” uygulama mağazasından 1000 adet iyi niyetli uygulama ve Drebin veri setinden 1000 adet kötü niyetli uygulama indirilmiştir. İyi niyetli uygulamalar “VirüsTotal” uygulaması kullanılarak taranmış ve onaylanmıştır. Uygulamaların izin bilgileri elde edilerek veri seti oluşturulmuştur. Etkili özniteliklerin seçimi için pearson korelasyonu, ki kare testi, anova testi ve bilgi kazancı yöntemleri uygulanmıştır. Son aşamada seçilen öznitelikler ayrı ayrı makine öğrenimi algoritmaları ile sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar tek değişkenli öznitelik seçim yöntemleri kullanarak izin bilgileri üzerinde %90 üzerinde sınıflandırma doğruluğu elde edildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Yapay Zeka, Makine Öğrenme, Android Kötücül Yazılım, Öznitelik Seçimi

ABSTRACT

Android is an open source operating system preferred by the majority of mobile device users. Applications for the Android operating system can be downloaded from unofficial sources as well as official application markets. When the user allows external applications, the application can be installed. This situation threatens the privacy and security of Android operating system users. In this study, a machine learning-based detection system is presented using the permission information of Android applications. The aim of the study is to select permission information that has a high impact on classification using univariate feature selection methods and to eliminate irrelevant features. To carry out the experiments for this purpose, 1000 benign applications were downloaded from the Google Play Store application store and 1000 malicious applications were downloaded from the Drebin dataset. Benign apps scanned and confirmed using the Virus Total app. A data set was created by obtaining the permission information of the applications. Pearson correlation, chi-square test, anova test and information gain methods were applied to select effective features. In the final stage, the selected features were classified separately with machine learning algorithms. The results obtained

from the study show that over 90% classification accuracy is achieved on permit information by using univariate feature selection methods.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Android Malware, Feature Selection

GİRİŞ

Akıllı cihazlar günlük yaşantımızın vazgeçilmez haline gelmiştir. Özellikle mobil akıllı cihazlar kullanarak günlük yaşamda web’de gezinti, e-posta gönderimi, sosyal medya kullanımı başta olmak üzere birçok aktivite gerçekleştirmekteyiz. We are Social Digital’e göre dünya nüfusunun %67’si mobil cihaz kullanmaktadır ve bu oran geçmiş yıllara göre artan eğilimdedir. Mobil cihaz kullanan kişilerin %97’si akıllı telefon kullanmaktadır. Akıllı telefon kullananların ise %90’ı android işletim sistemini tercih etmektedir [1]. Bu oranlar android işletim sisteminin dünya üzerinde en yaygın kullanılan işletim sistemi olduğunu göstermektedir.

Android, Linux tabanlı ve açık kaynak kodlu işletim sistemidir [2]. Açık kaynak kodlu olması ve mobil cihaz kullanıcıların büyük bölümünün android işletim sistemini tercih etmesi siber saldırganların kötü amaçlı kodları android uygulamalara gömmesine sebep olmaktadır. Android uygulamalar resmi uygulama pazarları dışında üçüncü taraf ortamlardan da indirilebilir veya herhangi bir hafıza kartı kullanarak mobil cihazlara yüklenebilir. Bu durum android kullanıcılarının gizliliğini ve güvenliğini tehdit etmektedir. Aynı zamanda uygulamalar resmi uygulama pazarından indirilse dahi bu pazarlar uygulamaların kötü amaçlı olup olmadığını tespit etmek de yetersizdir. Bu sebeple, uygulamaların kötü amaçlı olduğunu tespit edebilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapay zekâ teknikleri ile android işletim sisteminde kullanılan uygulamaların kötü amaçlı olduğunu tespit etmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Araştırmacılar uygulamaların farklı özelliklerini kullanarak kötü amaçlı uygulamaları tespit etmeye çalışmışlardır. Bu özellikler arasında en yaygın kullanılan ise uygulamaların izin bilgileridir. AndroidManifest.xml dosyasında bulunan izin bilgileri kullanarak %90 üzerinde doğruluk elde edilebilmektedir [3-8].

İzin bilgileri üzerinde klasik makine öğrenimi teknikleri ve derin öğrenme tekniklerinin kullanımı yaygındır. Klasik makine öğrenimi teknikleri ile yüksek doğruluk elde edebilmenin en önemli adımı ise öznitelik seçme işlemidir. Öznitelik seçme işlemi, ilgisiz özniteliklerin elenerek ilgili özniteliklerin seçilmesidir. Bu işlem, sınıflandırma doğruluğunu artırmakla birlikte tespit hızını da artırmaktadır.

Bu çalışmada, tek değişkenli öznitelik seçim yöntemlerinin izin bilgileri kullanarak android kötücül yazılımlarının tespit edilmesinde gösterdikleri performans ölçülmektedir. 4 farklı öznitelik seçim yöntemi ile elde edilen öznitelikler farklı sınıflandırıcılar ile değerlendirilerek karşılaştırmalı analiz sunulmaktadır. Çalışmanın amacı, en başarılı öznitelik seçim yöntemi ve sınıflandırıcı kullanarak android kötücül yazılımlarının tespit edilmesidir. Aynı zamanda tek değişkenli öznitelik seçim yöntemlerinin sınıflandırmaya etkisini araştırmacılara sunmaktır.

LİTERATÜR ÖZETİ

Android kötücül yazılımların tespiti popüler araştırma konuları arasındadır. Kötü amaçlı uygulamaları tespit etmek için statik, dinamik ve hibrit olmak üzere üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Statik analiz uygulamaların çalıştırılmadan apk dosyası içeriğini analiz ederek gerçekleştirilmektedir. Dinamik analiz, uygulamaların sanal ortam veya gerçek cihazlarda çalıştığı anda analiz edildiği yaklaşımdır. Hibrit analiz ise hem statik hem de dinamik analiz ile elde edilen özniteliklerin birleştirilerek kullanıldığı yaklaşımdır.

Statik analiz kullanan araştırmacılar uygulamaların genellikle opcode, API çağruları, izin bilgileri, niyetler gibi özniteliklerini kullanmaktadır [9-10]. Bununla birlikte son zamanlarda doğal dil işleme yöntemleri ve görüntü tabanlı yöntemler de sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada uygulamaların izin bilgileri kullanılmıştır [11-12].

Doğru ve Önder, İzin bilgilerini ikili ve üçlü gruplar halinde analiz eden “AppPerm Analyzer” adlı tespit aracını sunmuşlardır. Bu araç izin gruplarının kötü amaçlı ve iyi uygulamalarda kullanımına dayalı olarak risk puanını ve toplam risk puanını hesaplar [2].

Atacak ve ark., izin bilgileri üzerinde hafif evrişim katmanlarına sahip CNN mimarisi ile öznelik çıkarmış ve ardından özneliklerin boyutunu azaltmak için tam bağı katman kullanmışlardır. Azaltılan öznelikleri ANFIS ile sınıflandırmışlardır. Sundukları hafif CNN+ANFIS modeli literatürde bulunan ANFIS tabanlı çalışmalara göre daha başarılı sonuç elde etmiştir [3].

Atacak, bulanık mantık ve klasik makine öğrenimi yöntemlerini birleştiren çalışmasında, izin bilgileri üzerinde kötücül yazılım tespiti gerçekleştirmiştir. İzin bilgileri önce klasik makine öğrenimi teknikleri ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırıcılardan elde edilen sonuçlar bulanık çıkarım sistemine giriş olarak verilmiştir. Önerilen yöntem istifleme tabanlı topluluk öğrenme yöntemi olarak Android kötücül yazılımları tespit etmektedir [4].

Hammood ve ark., uygulamaların statik ve dinamik bilgilerini içeren veri kümesi üzerinde parçacık sürü optimizasyonu kullanarak öznelik seçimi gerçekleştirmişlerdir. Seçilen öznelikleri sınıflandırmak için klasik makine öğrenimi tekniklerinin en başarılı hiper-parametrelerini genetik algoritma kullanarak belirlemişlerdir [5].

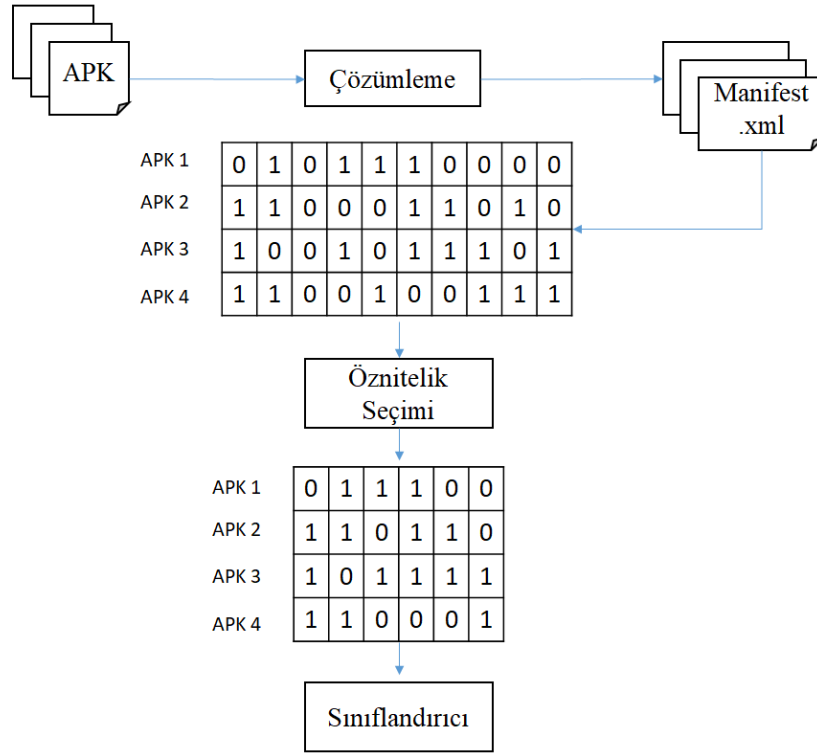
Arif ve ark., bulanık analitik hiyerarşi sürecini (AHP) kullanarak risk değerlendirmesine dayalı bir mobil kötü amaçlı yazılım tespit sistemi önermişlerdir. Drebin ve AndroZoo veri setlerinden elde ettikleri 10.000 kötü amaçlı uygulamadan izin tabanlı özellikleri çıkarmışlardır. Çıkarılan özelliklere bilgi kazanımı yöntemini uygulamışlardır. Son aşamada ise bulanık AHP ile bunları dört farklı risk seviyesine ayırmışlar ve %90,54 doğruluğa ulaşmışlardır [6].

Mat ve ark. Naive Bayes ile izin tabanlı özellikleri sınıflandıran kötü amaçlı yazılım tespiti için bir yöntem önermişlerdir. 10.000 uygulamanın izne dayalı özelliklerini çıkarmışlardır ve elde ettikleri özelliklere bilgi kazanımı ve ki-kare yöntemleri uygulayarak özellik seçme işlemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonunda Naive Bayes yöntemiyle %91,1 doğruluk elde etmişlerdir [7].

Şahin ve ark., Android zararlı yazılımlarını zararsız uygulamalardan ayırmak için makine öğrenmesi tabanlı bir kötü amaçlı yazılım tespit sistemi önermişlerdir. Önerilen kötü amaçlı yazılım tespit sisteminin özellik seçimi aşamasında doğrusal regresyon tabanlı özellik seçimi yaklaşımı kullanılarak gereksiz özelliklerin ortadan kaldırılmasını amaçlamışlardır [8].

MATERYAL ve YÖNTEM

Android kötücül yazılımların izin bilgisi kullanarak tespit edilebilmesi için apk dosyalarının çözümlenmesi gerekir. Sonraki aşamada apk dosyası içerisindeki dosyalardan izin bilgilerinin tutulduğu AndroidManifest.xml dosyası ayıklanır ve uygulamaların istediği izin bilgileri bu dosyadan elde edilir. Tüm izin bilgileri oluşturulduktan sonra veri kümesi oluşturulur. Etkili izin bilgilerini seçmek için veri kümesine öznelik seçim yöntemleri uygulanır. Son aşamada ise seçilen öznelikler klasik makine öğrenme teknikleri ile sınıflandırılır. Apk dosyalarını çözümlenme, öznelik çıkarma, öznelik seçme ve sınıflandırma süreci Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Android kötücül yazılım tespit şeması

Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri kümesi 2000 adet uygulamadan oluşmaktadır. Bu uygulamaların 1000 adeti kötücül 1000 adeti ise iyi niyetli uygulamadır. Kötücül uygulamalar Drebin [13] veri kümesinden elde edilmiştir. İyi niyetli uygulamalar ise “Google Play Store” uygulama mağazasından indirilmiştir. İndirilen uygulamalar VirüsTotal [14] uygulaması ile taranarak iyi niyetli oldukları teyit edilmiştir.

Sınıf	Sayı	Kaynak
İyi	1000	Google Play Store
Kötü	1000	Drebin

Öznitelik Çıkarma

Öznitelik çıkarma süreci, sınıflandırma aşamasında önemli bir rol oynar. Öznitelik çıkarma android uygulamaların hangi sınıfa ait olduğunu belirleyen ayırıcı özniteliklerin elde edilmesidir. Bu çalışmada uygulamalara ait izin öznitelikleri kullanılmaktadır. İzin bilgilerinin elde edilebilmesi için APK dosyaları tersine mühendislik ile ayrıştırılmıştır. APK dosyası içinde bulunan AndroidManifest.xml dosyası elde edilerek bu xml dosyasının izin bilgileri alanından uygulamaların talep ettiği izinler kullanılmıştır. Tüm uygulamaların izin bilgilerine bakıldığında farklı izin bilgilerinden oluşan bir liste oluşturulmuştur. Bu listeye göre bir uygulama ilgili izni talep ediyorsa 1 talep etmiyorsa 0 değeri atanarak veri seti oluşturulmuştur.

Öznitelik Seçme

Öznitelik seçme işlemi, sınıflandırma aşamasından önce sınıflandırma doğruluğu etkileyen önemli bir süreçtir. Bu işlemde, uygulamalara ait ilgisiz öznitelikler veri setinden çıkarılır ve öznitelik sayısı azalır. Diğer bir ifadeyle yalnızca ilgisi yüksek öznitelikler seçilir. Öznitelik çıkarma sürecinde oluşturulan izinlerin bulunduğu veri seti üzerinde tek değişkenli öznitelik seçim yöntemleri olan

pearson korelasyonu, anova testi, bilgi kazancı ve ki-kare testi kullanılarak öznitelik seçim işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Bilgi Kazancı: Veri madenciliği alanında yaygın kullanılan bir yöntemdir. Karar ağaçlarının temelini oluşturan bu yöntem, hedef değişken ile özniteliğin ilişkisini ölçer. Tüm özniteliklerin hedef değişken ile olan ilişkisini yüzde (%) olarak açıklar [15].

Pearson Korelasyon: Doğrusal ilişkinin gücünü ve yönünü iki sürekli değişken arasında ölçen istatistiksel bir ölçüm yöntemidir. Ölçüm değerleri -1 ile +1 arasında değişir. -1 güçlü negatif ilişki olduğunu, +1 güçlü pozitif ilişki olduğunu, 0 ise iki değişken arasında ilişki olmadığını gösterir [16].

Anova Testi: Farklı grupların ortalamalarının birbirinden istatistiksel olarak farklı olup olmadığını belirlemek için kullanılan istatistiksel bir testtir. Anova, gruplar arasındaki varyansı analiz eder ve bu varyansın iki bileşene bölünebileceğini varsayar: grup içi varyans ve gruplar arası varyans. Bu gruplar herhangi bir bağımsız değişkenin farklı kategorilerini veya seviyelerini temsil edebilir [17].

Ki-Kare Testi: Bu test kategorik değişkenlerde kullanılır. İki kategorik değişkenin anlamlı ilişkisi olup olmadığını ölçmeyi sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Ki-Kare testi, veri kümesinde gerçek değerler ile beklenen değerleri karşılaştırarak değişkenler arasındaki bağımsızlık ilişkisini ölçer [18].

Sınıflandırma

Sınıflandırma işlemi uygulamaları özniteliklerine göre belirlenen kategorilere atama işlemidir. Makine öğreniminde denetimli öğrenme yöntemine girmektedir. Sınıflandırma algoritmaları veri setinin belirlenen yüzdesi üzerinde önce eğitilir ve geri kalan kısmı ile performansları test edilir. Bu çalışmada Klasik makine öğrenimi sınıflandırıcıları olan Destek Vektör Makinesi(SVM), Rastgele Orman (RF) ve K-en yakın komşu (KNN) algoritmaları kullanılmaktadır.

BULGULAR

Tek değişkenli öznitelik seçim yöntemleri kullanarak izin bilgileri üzerinde yapılan öznitelik seçim işlemleri ve sınıflandırma sonuçlarına ait analizler bu bölümde sunulmaktadır. Deneyler, python programlama dili kullanılarak “Kaggle” bulut ortamında gerçekleştirildi. Veri ön işlemleri için “Numpy” ve “Pandas” kütüphaneleri, öznitelik seçimi ve sınıflandırma için ise “scikit-learn” kütüphanesi kullanıldı. Veri kümesinde bulunan 2000 uygulamanın izin bilgileri %70 eğitim, %30 test olarak bölündü. Her öznitelik seçim yöntemi ile 1134 öznitelik içerisinde 16 öznitelik seçildi. Sonuçların analizi için gerçek ve tahmin edilen değerleri gösteren hata matrisinden yararlanıldı. Bu matristen elde edilen doğru pozitif, doğru negatif, yanlış pozitif ve yanlış negatif değerleri kullanılarak aşağıdaki verilen metrikler ölçülmüştür ve tartışılmıştır.

$$Doğruluk = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN}$$

$$Precision = \frac{DP}{DP + YP}$$

$$Recall = \frac{DP}{DP + YN}$$

$$F\ score = 2 * \frac{precision \cdot recall}{precision + recall}$$

Doğruluk metriği tüm doğru bilinen örneklerin tüm örneklere oranını verir. Precision (Kesinlik), sınıflandırma modelinin doğru pozitif tahmin ettiği örneklerin gerçekte pozitif olarak tahmin edilen örneklere oranını verir. Recall (Hassasiyet), sınıflandırma modelinin doğru pozitif olarak tahmin ettiği örneklerin gerçekte pozitif olan örneklere oranını gösterir. F-score (F skoru) ise recall ve precision

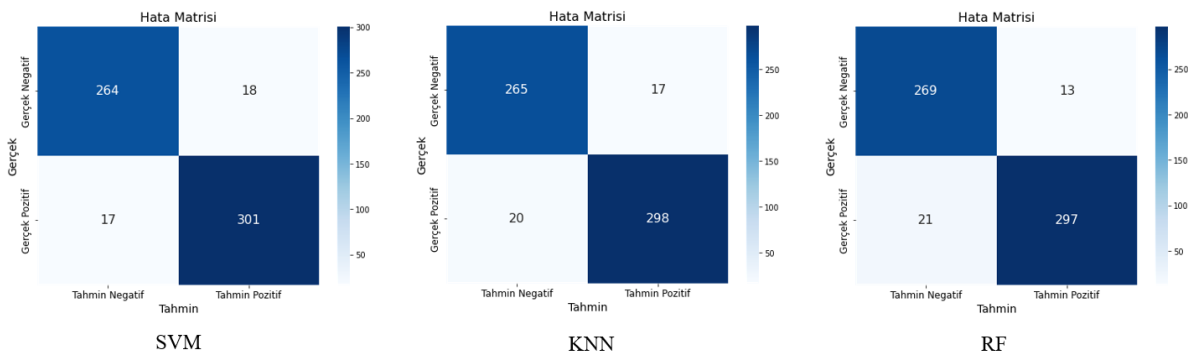
metriklerinin harmonik ortalamasını göstermektedir. Bu metrikler kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Deney sonuçları

Öznitelik Seçimi	Algoritma	Doğruluk	Precision	Recall	F-score
Bilgi Kazancı	SVM	0.9417	0.9415	0.9414	0.9414
	KNN	0.9383	0.9379	0.9384	0.9381
	RF	0.9433	0.9428	0.9439	0.9432
Pearson Korelasyon	SVM	0.9367	0.9368	0.9360	0.9364
	KNN	0.9400	0.9400	0.9396	0.9398
	RF	0.9433	0.9429	0.9435	0.9432
Ki-kare Testi	SVM	0.9367	0.9368	0.9360	0.9364
	KNN	0.9400	0.9398	0.9398	0.9398
	RF	0.9450	0.9445	0.9453	0.9449
Anova Testi	SVM	0.9367	0.9368	0.9360	0.9364
	KNN	0.9400	0.9398	0.9398	0.9398
	RF	0.9450	0.9445	0.9453	0.9449

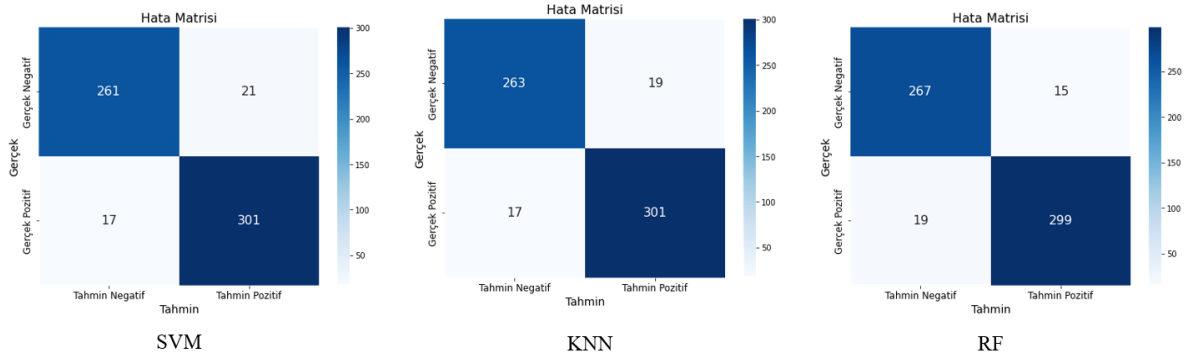
Tablo 2’de verilen bulgular değerlendirildiğinde bilgi kazancı, pearson korelasyon, ki-kare testi ve anova testi yöntemleri ile öznitelik seçme sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları birbirine yakındır. SVM algoritması en başarılı sonuçları bilgi kazancı yönteminde elde ederken KNN ise en başarısız sonucu elde etmiştir. RF algoritmasının başarısı tüm öznitelik seçim yöntemlerinde birbirine yakındır. En başarılı sınıflandırma sonuçları ki-kare testi ve anova testinde RF algoritması ile elde edilmiştir.

Sınıflandırıcıların bilgi kazancı yöntemi ile öznitelik seçimi sonucundaki sınıflandırma hata matrisi Şekil 2’de gösterilmektedir.



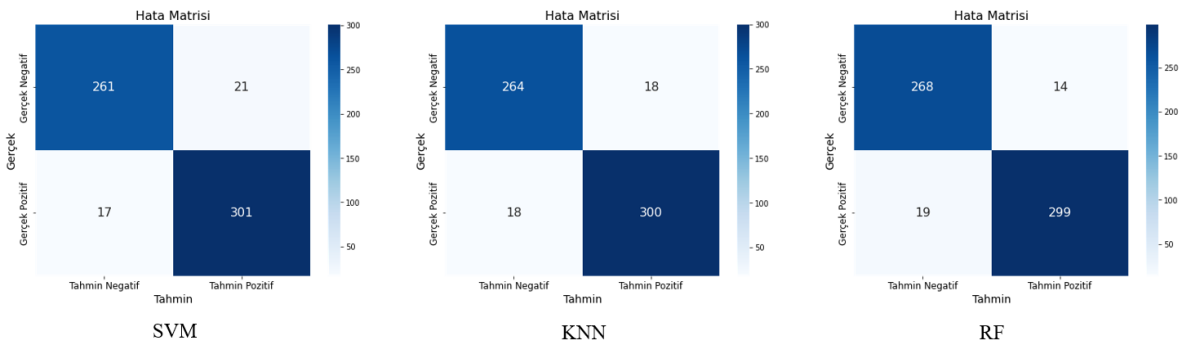
Şekil 2. Bilgi kazancı yönteminde hata matrisi

Sınıflandırıcıların pearson korelasyonu yöntemi ile öznelik seçimi sonucundaki sınıflandırma hata matrisi Şekil 3’de gösterilmektedir.



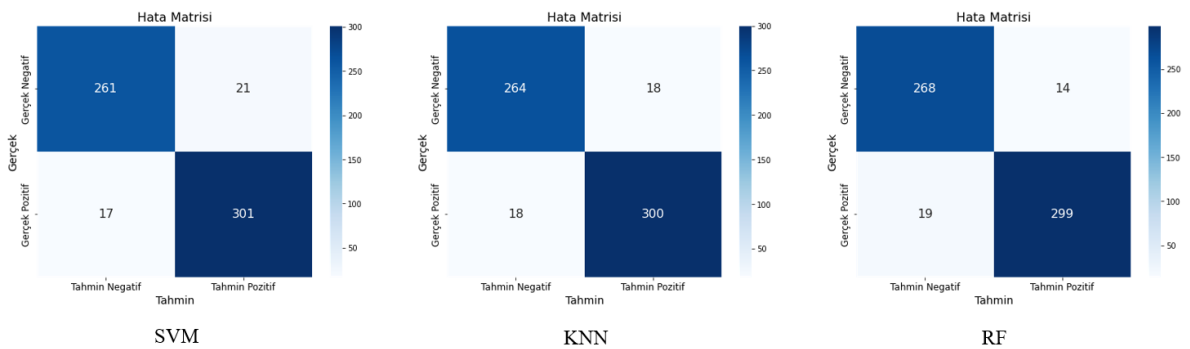
Şekil 3. Pearson korelasyon yönteminde hata matrisi

Sınıflandırıcıların ki-kare testi yöntemi ile öznelik seçimi sonucundaki sınıflandırma hata matrisi Şekil 4’te gösterilmektedir.



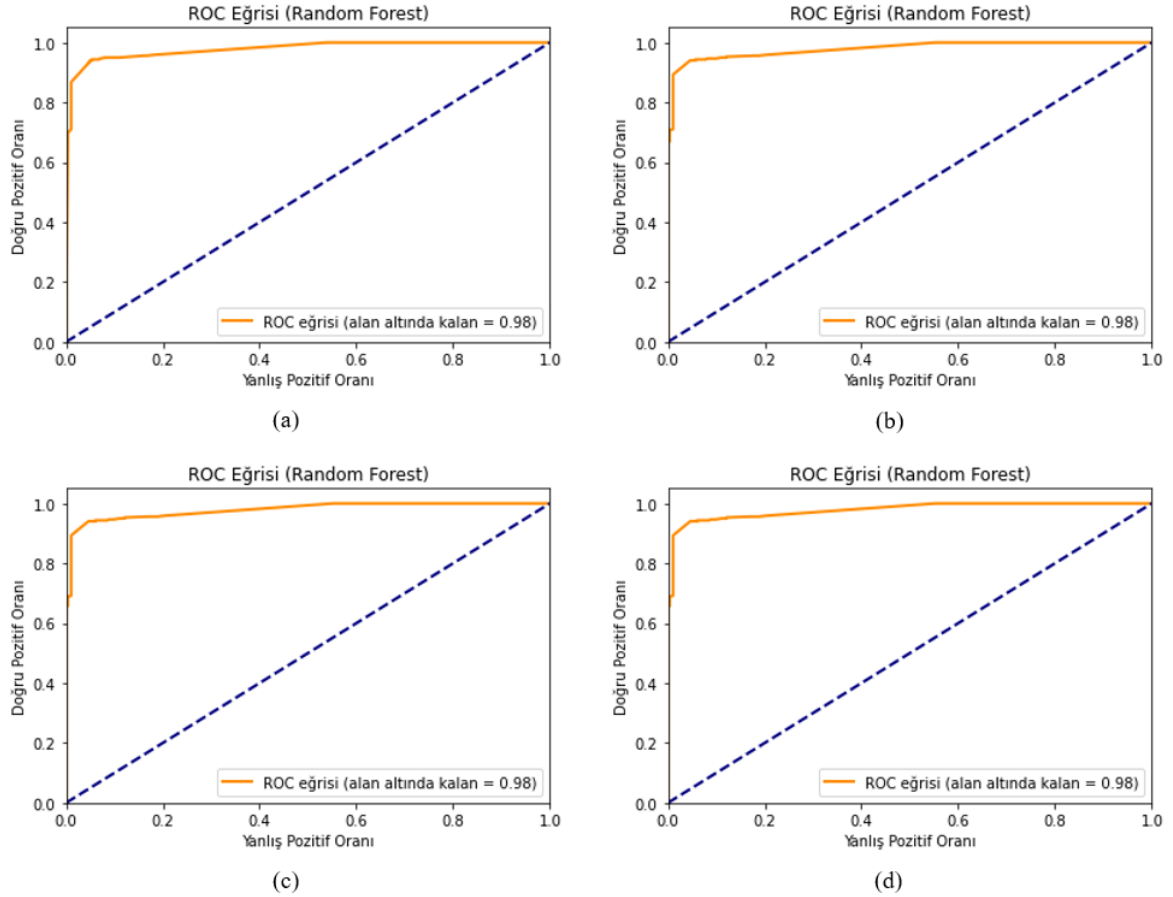
Şekil 4. Ki-kare testi yönteminde hata matrisi

Sınıflandırıcıların anova testi yöntemi ile öznelik seçimi sonucundaki sınıflandırma hata matrisi Şekil 5’te gösterilmektedir.



Şekil 5. Anova testi yönteminde hata matrisi

RF algoritması tüm öznelik seçim yöntemlerinde en başarılı sonuçları elde etmiştir. Şekil 6, RF algoritmasının her öznelik seçim yöntemi için iki sınıfı ayırma yeteneğini sunan ROC eğrilerini göstermektedir.



Şekil 6. ROC eğrileri- (a) Bilgi Kazancı, (b) Pearson Korelasyon, (c) Ki-Kare Testi, (d) Anova Testi
SONUÇ

Bu çalışmada izin bilgileri üzerinde tek değişkenli öznitelik seçim yöntemleri kullanarak android kötüçül yazılımların tespit edilmesi ve öznitelik seçim yöntemlerinin performansının ölçülmesi amaçlanmıştır. Uygulamalar "Google Play Store" mağazası ve Drebin veri kümesinden elde edildi. Apk dosyaları tersine mühendislik ile çözümlenerek AndroidManifest.xml dosyaları ayıklandı ve izin bilgileri kullanılarak veri kümesi oluşturuldu. İzin bilgilerinin oluşturduğu veri kümesi üzerinde tek değişkenli öznitelik seçim yöntemleri uygulandı. Bilgi kazancı, pearson korelasyon, anova testi ve ki-kare testi yöntemleri ile seçilen öznitelikler klasik makine öğrenimi teknikleri kullanılarak sınıflandırıldı. Yapılan deneyler sonucunda izin bilgileri üzerinde bilgi kazancı, pearson korelasyon, ki-kare testi ve anova testi yöntemleri birbirine yakın performans gösterdiği gözlemlenmiştir. SVM, KNN ve RF algoritmasının sonuçları %93 üzerinde doğruluk elde edildiğini göstermiştir. En başarılı sınıflandırma performansını %94.5 doğruluk oranı ile RF algoritması sergilemiştir. İzin bilgileri üzerinde tek değişkenli öznitelik seçimi gerçekleştirmek android kötüçül yazılımları tespit etmede etkili bir çözümdür. İzin bilgileri kullanılarak geliştirilecek makine öğrenimi tabanlı tespit sistemleri kullanıcıların gizliliği ve güvenliği açısından olumlu etki yaratacaktır.

Gelecek çalışmalarda sarmal yöntemler veya model tabanlı öznitelik seçme yöntemleri kullanılarak android kötüçül yazılım tespit doğruluğu artırılabilir.

KAYNAKÇA

1. We are Social. (erişim tarihi: 20 Nisan 2024)
2. Doğru, İ. A., & Önder, M. (2020). AppPerm analyzer: malware detection system based on android permissions and permission groups. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 30(03), 427-450
3. Atacak, İ., Kılıç, K., & Doğru, İ. A. (2022). Android malware detection using hybrid ANFIS architecture with low computational cost convolutional layers. *PeerJ Computer Science*, 8, e1092.
4. Atacak, İ. (2023). An ensemble approach based on fuzzy logic using machine learning classifiers for Android malware detection. *Applied Sciences*, 13(3), 1484.
5. Hammood, L., Doğru, İ. A., & Kılıç, K. (2023). Machine learning-based adaptive genetic algorithm for Android malware detection in auto-driving vehicles. *Applied Sciences*, 13(9), 5403.
6. Arif, J. M., Ab Razak, M. F., Mat, S. R. T., Awang, S., Ismail, N. S. N., & Firdaus, A. (2021). Android mobile malware detection using fuzzy AHP. *Journal of Information Security and Applications*, 61, 102929.
7. Mat, S. R. T., Ab Razak, M. F., Kahar, M. N. M., Arif, J. M., & Firdaus, A. (2022). A Bayesian probability model for Android malware detection. *ICT Express*, 8(3), 424-431.
8. Şahin, D. Ö., Kural, O. E., Akleylek, S., & Kılıç, E. (2023). A novel permission-based Android malware detection system using feature selection based on linear regression. *Neural Computing and Applications*, 1-16.
9. Kang, B., Yerima, S. Y., McLaughlin, K., & Sezer, S. (2016, June). N-opcode analysis for android malware classification and categorization. In *2016 International conference on cyber security and protection of digital services (cyber security)* (pp. 1-7). IEEE.
10. Singh, A. K., Jaidhar, C. D., & Kumara, M. A. (2019). Experimental analysis of Android malware detection based on combinations of permissions and API-calls. *Journal of Computer Virology and Hacking Techniques*, 15, 209-218.
11. Chen, T., Mao, Q., Lv, M., Cheng, H., & Li, Y. (2019). Droidvecdeep: Android malware detection based on word2vec and deep belief network. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 13(4), 2180-2197.
12. Yadav, P., Menon, N., Ravi, V., Vishvanathan, S., & Pham, T. D. (2022). EfficientNet convolutional neural networks-based Android malware detection. *Computers & Security*, 115, 102622.
13. Arp, D., Spreitzenbarth, M., Hubner, M., Gascon, H., Rieck, K., & Siemens, C. E. R. T. (2014, February). Drebin: Effective and explainable detection of android malware in your pocket. In *Ndss* (Vol. 14, pp. 23-26).
14. VT Team. 2020. Virus analysis—VirusTotal. (accessed 02 November 2020)
15. Dhal, P., & Azad, C. (2022). A comprehensive survey on feature selection in the various fields of machine learning. *Applied Intelligence*, 52(4), 4543-4581.
16. Liu, Y., Mu, Y., Chen, K., Li, Y., & Guo, J. (2020). Daily activity feature selection in smart homes based on pearson correlation coefficient. *Neural Processing Letters*, 51, 1771-1787.
17. Moorthy, U., & Gandhi, U. D. (2021). A novel optimal feature selection technique for medical data classification using ANOVA based whale optimization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12, 3527-3538.
18. Zhai, Y., Song, W., Liu, X., Liu, L., & Zhao, X. (2018, November). A chi-square statistics based feature selection method in text classification. In *2018 IEEE 9th International conference on software engineering and service science (ICSESS)* (pp. 160-163). IEEE.

BİTKİ HASTALIKLARININ DERİN ÖĞRENME İLE SINIFLANDIRILMASI
CLASSIFICATION OF PLANT DISEASES WITH DEEP LEARNING

Ar. Gör. Elif Ünal ÇAYIR

*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.*

Prof. Dr. Necaattin BARIŞCI

*Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.*

ÖZET

Bu çalışma, bitkilerde hastalık sınıflandırması için çeşitli görüntü işleme modellerinin performansını karşılaştırmayı amaçlamaktadır. VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, Inception v3 modelleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma, bitki hastalıklarının doğru ve etkili bir şekilde sınıflandırılmasını hedeflemektedir. Çalışmada kullanılan modeller, bitki hastalıklarını tanımlamak için önceki çalışmalarda başarıyla kullanılmış olan derin öğrenme modellerini içermektedir. VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, Inception v3 modelleri, bitki hastalıkları sınıflandırma görevinde performanslarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Eğitim ve test verileri, geniş bir bitki hastalıkları veri kümesi olan PlantVillage veri setinden elde edilmiştir. Her model, testlerde optimum değer olarak belirlenen 25 epoch süresince eğitilmiş ve değerlendirilmiştir. Eğitim süreçleri sırasında, EfficientNet modelinin 25 epoch'da elde ettiği 0,9893 doğruluk oranı, diğer modellere kıyasla en yüksek eğitim başarımlarını sağlamıştır. Ayrıca, VGG16 modeli bu karşılaştırmalarda en düşük başarı oranına sahip olmuştur. Bu, bitki hastalıkları sınıflandırmasında EfficientNet'in etkili bir seçenek olduğunu vurgular. Ayrıca, VGG16 modelinin düşük başarı oranı, bu modelin PlantVillage veri kümesindeki bu özel görev için uygun olmadığını göstermektedir. Bu çalışma, bitki hastalıkları sınıflandırması için kullanılan algoritmaların karşılaştırılması üzerine odaklanarak, tarım sektöründe daha etkili bir hastalık teşhisi sağlamayı amaçlamaktadır. EfficientNet modelinin yüksek eğitim başarımları, bu modelin gelecekteki tarım uygulamalarında kullanılabilirliği açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Görüntü İşleme, Bitki Hastalıkları, Derin Öğrenme, VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, Inception v3, Vision Transformer, PlantVillage

ABSTRACT

This study endeavors to conduct a comprehensive evaluation of various image processing models in the domain of plant disease classification. Utilizing VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, and Inception v3 models, the research endeavors to accurately and effectively classify plant diseases. The employed models encompass deep learning models successfully utilized in previous studies for identifying plant diseases. VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, and Inception v3 models were employed to assess their performances in the task of plant disease classification. The training and test data were derived from the extensive PlantVillage dataset, encompassing a wide array of plant diseases. Each model underwent training and evaluation for 25 epochs, determined as the optimal value in tests. During the training processes, the EfficientNet model achieved a remarkable accuracy rate of 0.9893 after 25 epochs, outperforming other models. Additionally, the VGG16 model has the lowest accuracy in these comparisons. This underscores EfficientNet as an effective option for plant disease classification. Moreover, the low accuracy of the VGG16 model indicates its unsuitability for this specific task within the PlantVillage dataset. Focused on comparing models used for plant disease

classification, this study aims to provide a more effective disease diagnosis in the agricultural sector. The high training success rate of the EfficientNet model offers significant potential for its usability in future agricultural applications.

Keywords: Image Processing, Plant Diseases, Deep Learning, VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet, Inception v3, Vision Transformer, PlantVillage.

GİRİŞ

Patojenlerin, çevresel faktörlerin veya genetik sorunların neden olduğu bitki hastalıkları küresel gıda güvenliği, mahsul verimi ve ekonomik istikrar üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bitki hastalıklarının doğru ve zamanında teşhisi, etkili kontrol önlemlerinin uygulanması için çok önemlidir. Geleneksel bitki hastalığı teşhis yöntemleri uzmanlar gerektirir, zaman alıcıdır, yoğun emek ister ve elde edilen bilgi, görsel incelemeler ve laboratuvar testleri öznel olabilir. Bu sınırlamaların üstesinden gelmek için, bitki hastalıkları sınıflandırması alanı giderek artan bir şekilde yapay zeka ve makine öğrenimi tekniklerinin kullanımına yönelmiştir (Fang, Y., & Jia, Y. (2021)).

Son yıllarda, derin öğrenme algoritmaları, özellikle görüntü verilerinin analizinde, bitki hastalığı sınıflandırmasında önemli derecede umut vaat etmiştir. Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN'ler), Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN'ler) ve Transfer Öğrenme (TL) bu alanda en yaygın kullanılan derin öğrenme algoritmaları arasındadır. Görüntülere ek olarak, yapay zeka bitki hastalık sınıflandırması için genomik ve çevresel verilerin analizine de uygulanmıştır (Chen, L., Liu, X., Du, Y., & Su, H. (2020)).

Sonuçta, bitki hastalıklarının sınıflandırılması üzerine yapılan araştırmalar, derin öğrenme modellerinin önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, tarım sektöründe daha etkili bir hastalık teşhisi sağlamayı hedefleyerek, bitki hastalıklarının sınıflandırılması için kullanılan algoritmaların karşılaştırılmasına odaklanmaktadır. Özellikle, EfficientNet modelinin yüksek başarı oranı, gelecekteki tarım uygulamalarında kullanılabilirliği açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Bu alandaki çalışmalardan birinde Shreyas ve ekibi, bitki yapraklarının sınıflandırılması için Evrişimli Sinir Ağlarını (CNN) kullanmaktadır. Çalışmada toplamda 15 sınıfa ait 3 farklı mahsulün bitki yaprak örnekleri incelenmektedir. RMSprop, Adam ve AMSgrad gibi çeşitli optimize ediciler kullanılmıştır, en yüksek performansı ise Adam optimizer ile 28 katmandan oluşan bir CNN Sequential modeli elde etmiştir, bu model %98 doğruluk sağlamaktadır. İkinci sırada ise RMSprop optimizer ile %95 doğruluk elde edilmiştir. 2019 da yapılan diğer bir çalışmada, Parul ve diğer iki arkadaşı (Sharma et al., 2019), daha önce yapılmış olan %93'lük bir accuracy'ye sahip olan bir çalışmayı daha da iyi hale getirilmesi hedeflenmişlerdir. Bu makalede yeni bir model üretilmiştir, bu modelde okutulan görüntülerin 256x256 piksel rastgele parçaları çıkarılması ve gürültü, bozulma, çevirme veya döndürme dönüşümleri uygulanmasıyla oluşturulmuştur. Test aşamasında 10 sınıflı domates bitki tipi seçilmiştir. Eğitim ve sınıflandırma görüntüleri (toplam 17929) yerel olarak çiftliklerden (637) kaynaklanmış, Plantvillage veritabanından (16579) alınmış ve İnternet'ten (713) taranmıştır. Sonuç olarak eğitilen bu model, 10 hastalık sınıfına sahip modellerde bile daha önce görülmeyen bağımsız veriler üzerinde test edildiğinde %98.6 hassasiyete sahip eğitim başarımları elde etmiştir.

YÖNTEM

Veri Seti

Bu çalışmada veri seti olarak PlantVillage kullanılmıştır. PlantVillage bitki hastalıklarını tanımlamak ve teşhis etmek için kullanılan bir veri setidir. PlantVillage, Penn State Üniversitesi'nde bulunan bir grup araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Bitki hastalıklarını teşhis etmek için derin öğrenme ve görüntü işleme algoritmalarını geliştirmek ve test etmek için kullanılır. Veri seti, farklı bitki türlerinden hastalıklı ve sağlıklı bitkilerin görüntülerini içerir. Her görüntü, bitki türü, hastalığın adı ve diğer meta verilerle etiketlenmiştir. PlantVillage veri seti, bitki hastalıklarını otomatik olarak tanımlamak için kullanılan derin öğrenme modellerini eğitmek ve test etmek için yaygın olarak

kullanılır. Bu veri seti, tarım endüstrisinde bitki hastalıklarının erken teşhisinde ve yönetiminde büyük önem taşır ve araştırmacılar için değerli bir kaynaktır.

Bitki yaprak görüntüleriyle yaratılan bu veri tabanı 14 bitki türü için sağlıklı ve hastalıklı olmak üzere toplam 38 sınıftan oluşmakta olup toplam 51.814 yaprak görüntüsü içermektedir. RGB tipinde ve 256×256 piksel boyutlarında olan bu görüntülerden birer örneğin gösterildiği resim aşağıdadır (Resim 1).

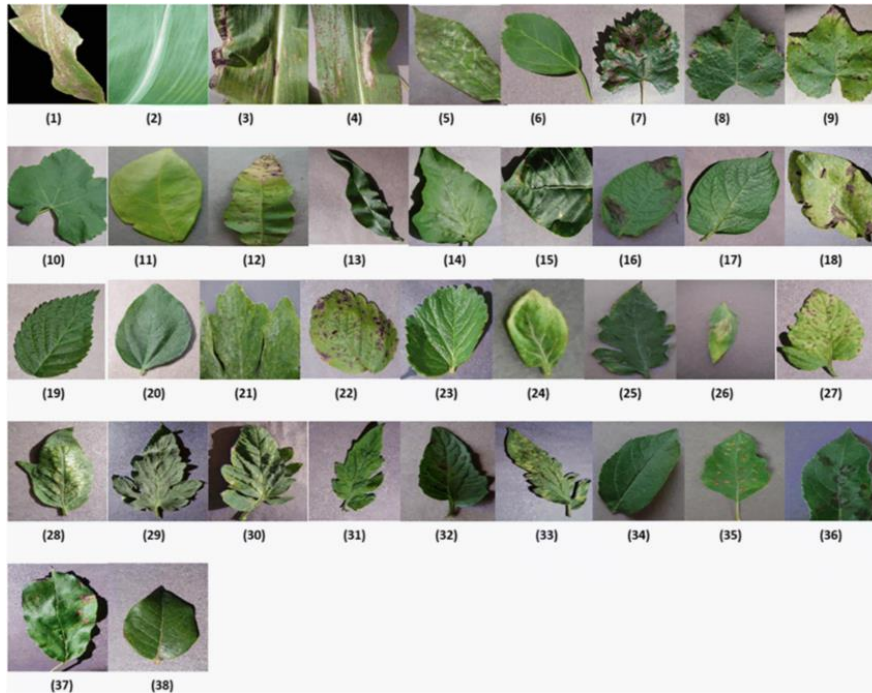
Veri Ön İşleme

Veri setindeki her bir sınıfın içindeki ilk 100 resim alınır ve bu şekilde veri seti daraltılır. Ayrıca her bir sınıfın ismi senkron şekilde etiket listesine eklenir. Bu şekilde 38 sınıflı 3800 adet resimli bir veri seti elde edilir. Etiket listesi de 38 elemana sahip olur. Python dilinde numpy adlı kütüphaneden yararlanarak 38 sınıftan oluşan bu veri seti sayısal bir diziyeye dönüştürülür. Daha sonra etiket listesiyle bu veri seti eşlenir.

Data Augmentation, Veri setimizde bulunan verilerine kırpma, çevirme, zoom vb. işlemleri uygulayarak veri miktarımızı arttırmamızı sağlayan bir tekniktir. Veri kümemizi genişleterek modelin daha iyi eğitilmesine yardımcı olmuş oluyoruz. Böylelikle modelin daha iyi genellemesini sağlıyor ve overfitting (aşırı uyum) ihtimalinin önüne geçiyoruz. Eğitim görüntüleri üzerinde çeşitli işlemler gerçekleştirerek verileri artırmak için 'ImageDataGenerator' kullanılır. Bu metodu kullanarak veri çoğaltma yaparken kullanılan parametreler aşağıda belirtilmiştir.

- rotation_range=25
- width_shift_range=0.1
- height_shift_range=0.1
- shear_range=0.2
- zoom_range=0.2
- horizontal_flip=True
- fill_mode="nearest"

Bu işlemden sonra daraltılmış veri seti %80 eğitim %20 test olmak üzere ayrıştırılır.



Resim 1. Kullanılan veri setinden örnek görüntüler

Derin Öğrenme Modelleri

Yapay sinir ağları biyolojik sinir ağlarından ilham alır ve bilgi işleme yetenekleri vardır. Bu ağlar, birçok yapay nöronun bir araya gelmesiyle oluşturulur ve giriş verilerinden çıkarılan öznelikleri kullanarak çıktı üretir (LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015))

Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN), özellikle görüntü işleme alanında kullanılan bir yapay sinir ağı modelidir. CNN'ler, özellikle görüntülerdeki desenleri algılamak, sınıflandırmak ve öznelikleri çıkarmak için tasarlanmıştır. Bu ağlar, özellikle konvolüsyon katmanları ve pooling katmanları gibi özel katmanlardan oluşur ve bu katmanlar, verilerdeki uzamsal ilişkileri daha etkili bir şekilde öğrenmeye yardımcı olur (LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998)).

VGG16

VGG16, Oxford Üniversitesi'nden Visual Geometry Group (VGG) tarafından geliştirilen derin öğrenme modelidir. Bu model, çok katmanlı bir yapay sinir ağı olan Convolutional Neural Network (CNN) kullanılarak görüntü sınıflandırma ve öznelik çıkarımı için tasarlanmıştır. İsimlendirme şekli, modelin 16 katman içermesinden kaynaklanır (Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014)).

ResNet

ResNet, Microsoft Research tarafından geliştirilen ve derin öğrenme modellerinde aşırı öğrenme sorununu azaltmak için kullanılan bir yapıdır. ResNet, "Residual Network" kısaltmasıyla bilinir ve özellikle derin ağlarda gradient kaybolma veya aşırı öğrenme gibi sorunları çözmek için tasarlanmıştır. Bu yapı, blok içi bağlantılar ve atlay bağlantılarını içerir, böylece daha derin ağların eğitimini kolaylaştırır (He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016)).

EfficientNet

EfficientNet, Google tarafından geliştirilen ve hesaplama verimliliğini artırmak için ölçeklendirme stratejileri kullanarak derin öğrenme modelleri tasarlayan bir yapıdır. Bu yapı, hem modelin boyutunu azaltarak hem de performansını artırarak daha hafif ve etkili modeller elde etmeyi amaçlar. EfficientNet, genellikle sınırlı hesaplama kaynaklarına sahip uygulamalar için ideal bir seçenek olarak değerlendirilir (Tan, M., & Le, Q. V. (2019)).

DenseNet

DenseNet, 2017 yılında Gao Huang, Zhuang Liu, ve Laurens van der Maaten tarafından geliştirilen bir derin öğrenme modelidir. Bu model, yoğun bağlantılar kullanarak ağı derinliğini artırır ve bilgi akışını daha etkili hale getirir. Yoğun bağlantılar, her katmandaki her önceki katmanla bağlantılar ekleyerek önceki katmanlardan gelen bilgilerin bir sonraki katmanlara doğrudan iletilmesini sağlar (Huang, G., Liu, Z., & Van Der Maaten, L. (2017)).

Inception v3

Inception v3, Google tarafından geliştirilen bir derin öğrenme modelidir ve görüntü sınıflandırma ve tanıma gibi görevler için kullanılır. Bu model, Inception mimarisini kullanarak hesaplama verimliliğini artırır ve ağı öğrenme kapasitesini iyileştirir (Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016)).

ResNet-50 Modeli Eğitimi

ResNet-50 modelini oluşturmak için öncelikle TensorFlow derin öğrenme kütüphanesinden gerekli modülleri ve sınıfları içe aktarılır. ResNet-50 modeli, genellikle önceden eğitilmiş ağırlıklarla başlatılarak veya rastgele başlatılarak tanımlanır. Önceden eğitilmiş ağırlıklar, genellikle ImageNet gibi büyük veri setleri üzerinde eğitilmiş ağların ağırlıklarıdır. Model için binary_crossentropy kayıp fonksiyonu, relu aktivasyon fonksiyonu, Adam optimizasyon algoritması ve max pooling olarak MaxPooling2D seçilir. Eğitim için kullanılacak öğrenme hızı 1e-3, toplu boyut (batch size) 32, epoch sayısı 25 olarak belirlendi. Sıralı olarak bu modele Dense katmanı eklenir.

Bu model `rotation_range=25`, `width_shift_range=0.1`, `height_shift_range=0.1`, `shear_range=0.2`, `zoom_range=0.2`, `horizontal_flip=True`, `fill_mode="nearest"` parametreleriyle birlikte augment edilerek eğitime sokulur.

DenseNet Modeli Eğitimi

DenseNet modelini oluşturmak için Keras ve Tensorflow derin öğrenme kütüphanesinden gerekli modülleri ve sınıfları içe aktarılır. DenseNet modeli ImageNet önceden eğitilmiş ağırlıkları ile başlatılır. Giriş şekli olarak (256,256,3) ayarlandı. Sıralı bir model başlatıldı ve sırasıyla başlatılan bu modele, GlobalAveragePooling2D , oranı 0.5 seçilerek Dropout ve aktivasyon katmanı olarak sigmoid belirlenerek Dense sırasıyla eklenen katmanlar oldu. Kayıp fonksiyonu olarak binary_crossentropy seçilip learning_rate'i 0.00005 belirlenerek optimizasyon algoritması olarak Adam seçilmiştir. Eğitim için kullanılacak öğrenme oranı 1e-3, toplu boyut (batch size) 32, epoch sayısı 25 olarak belirlendi. Ardından `rotation_range=25`, `width_shift_range=0.1`, `height_shift_range=0.1`, `shear_range=0.2`, `zoom_range=0.2`, `horizontal_flip=True`, `fill_mode="nearest"` parametreleriyle birlikte augment edilerek model derlenir.

EfficientNet Modeli Eğitimi

EfficientNet modelini oluşturmak için tensorflow'dan gerekli modüller ve sınıflar içeri aktarılır. ImageNet veri seti üzerinde eğitilmiş ağırlıkların kullanılmasını sağlamak için weights parametresi imagenet olarak ayarlanır. Model için kayıp fonksiyonu binary_crossentropy seçilir. Optimizasyon algoritması olarak ise Adam seçilir. Eğitim için kullanılacak öğrenme oranı 1e-3, toplu boyut (batch size) 32, epoch sayısı 21 olarak belirlenir. Sıralı olarak bu modele Dense katmanı eklenir. [None, 299, 299, 3] parametresi batch input shape olarak belirlenir. Model build edilir ve `rotation_range=25`, `width_shift_range=0.1`, `height_shift_range=0.1`, `shear_range=0.2`, `zoom_range=0.2`, `horizontal_flip=True`, `fill_mode="nearest"` parametreleriyle augment edilerek model derlenir.

VGG16 Modeli Eğitimi

Keras kütüphanesinde VGG16 modelini oluşturmak için aynı adlı sınıf kullanılabilir. Veri seti üzerinde eğitilmiş ağırlıkların kullanılmasını sağlamak için weights parametresi imagenet olarak ayarlanır. Giriş şekli olarak (256,256,3) ayarlandı. GlobalAveragePooling2D katmanı eklendikten sonra aktivasyonu relu olan iki adet Dense katmanı 512 çıktı uzayının boyutluluğu parametresiyle modele eklenir. Son katman ise yine Dense'dir ve aktivasyon fonksiyonu softmax'dir. Çıktı uzayının boyutluluğu parametresi ise 39'dur. Model için kayıp fonksiyonu binary_crossentropy seçilir. Optimizasyon algoritması olarak ise Adam seçilir. Eğitim için kullanılacak öğrenme oranı 1e-4, toplu boyut (batch size) 22, epoch sayısı 10 olarak belirlenir. Model build edilir ve `rotation_range=25`, `width_shift_range=0.1`, `height_shift_range=0.1`, `shear_range=0.2`, `zoom_range=0.2`, `horizontal_flip=True`, `fill_mode="nearest"` parametreleriyle augment edilerek model derlenir.

Inception-V3 Modeli Eğitimi

Modeli önceden eğitilmiş ağırlıklarla başlatmak istediğimizden weights parametresini imagenet olarak ayarlayabilirsiniz. Bu, ImageNet veri seti üzerinde eğitilmiş ağırlıkların kullanılmasını sağlar. Model için kayıp fonksiyonu binary_crossentropy seçilir. Optimizasyon algoritması olarak ise Adam seçilir. Eğitim için kullanılacak öğrenme oranı 1e-3, toplu boyut (batch size) 32, epoch sayısı 25 olarak belirlenir. Sıralı olarak bu modele aktivasyon fonksiyonu softmax olan Dense katmanı eklenir. [None, 299, 299, 3] parametresi batch input shape olarak belirlenir. Model build edilir ve `rotation_range=25`, `width_shift_range=0.1`, `height_shift_range=0.1`, `shear_range=0.2`, `zoom_range=0.2`, `horizontal_flip=True`, `fill_mode="nearest"` parametreleriyle augment edilerek model derlenir.

BULGULAR

Bu çalışmada PlantVillage veri seti ResNet, Inception V3, DenseNet, EfficientNet ve VGG16 mimarileri ile eğitilmiştir. Eğitim aşamasında epoch sayısı seçiminde 25, her bir mimari için optimum değer olarak belirlenmiştir. Bu değerden sonra eğitim başarısı düşmeye başlamıştır. Eğitim sırasında EfficientNet mimarisi 0.9893 başarımla en yüksek eğitim başarısına ulaşmıştır. Bu sırayı ResNet 0.9890 başarımla takip etmiş ve ardından DenseNet 0.9870 ile, Inception V3 0.9294

başarım oranı ile ilerleyen sıralarda yer almıştır. Burada VGG16 0.9232 eğitim başarısıyla bu veri setini eğitmek için en uygun olmayan mimari olarak seçilmiştir (Tablo 1).

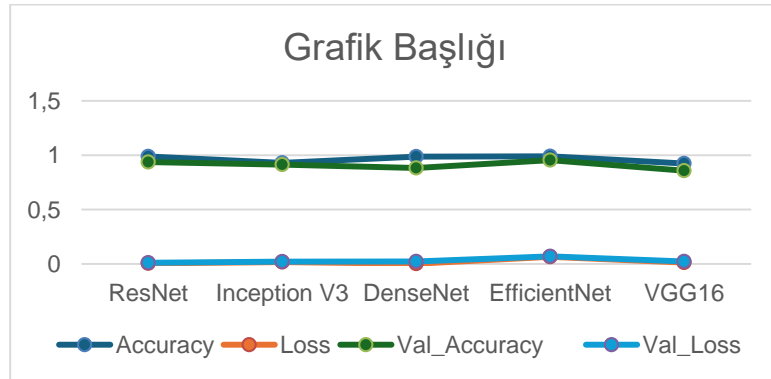
Tablo 1. Eğitim aşamasında başarımları oranları tablosu

Mimariler	Performans Metrikleri				
	Epoch	Accuracy	Loss	Val_Accuracy	Val_Loss
ResNet	25	0.9890	0.0061	0.9372	0.0112
Inception V3	25	0.9294	0.0174	0.9131	0.0214
DenseNet	25	0.9870	0.0032	0.8821	0.0227
EfficientNet.	25	0.9893	0.0659	0.9538	0.0706
VGG16	25	0.9232	0.0126	0.8574	0.0237

Yapılan eğitimlerde her bir mimari için elde edilen eğitim başarımları oranı değerleri

Tablo 1’de görüleceği üzere, bu araştırmanın verileri kapsamında, EfficientNet in bu veri seti özelinde incelenen mimariler arasında eğitim için en uygun mimari olduğu ve VGG16 nın en uygun olmayan mimari olduğu anlaşılmaktadır. Grafik 1’ de bu sonuçlar bir çizgi grafiği halinde sunulmuştur.

Grafik 1. Eğitim aşamasında başarımları oranları grafiği



Test Sonuçları

Bulunan ve bir önceki bölümde açıklanan eğitim başarımları oranıyla mimariler teste tabii tutulmuştur. Burada veri setinin %20 si test verisi olarak sisteme verilmiştir. Her bir mimari ayrı ayrı çalıştırılmış ve en iyi sonucu %95.51 ile ResNet mimarisi vermiştir. Burada yine VGG16 mimarisi en düşük başarımları oranına sahip olmuştur.

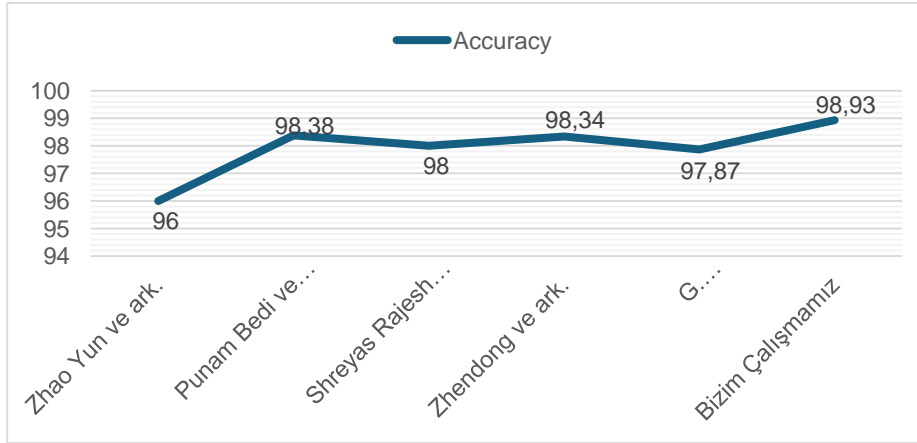
TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, bitkilerde hastalık sınıflandırması için çeşitli görüntü işleme modelleri performansının karşılaştırılması amaçlanmıştır. VGG16, ResNet, EfficientNet, DenseNet ve Inception v3 gibi derin öğrenme modelleri kullanılarak yapılan bu karşılaştırmalı çalışma, bitki hastalıklarının doğru ve etkili bir şekilde sınıflandırılmasını ve literatürden daha iyi bir başarımları oranı elde etmeyi hedeflemiştir. PlantVillage veri setinden elde edilen eğitim ve test verileri üzerinde yapılan deneyler sonucunda, EfficientNet mimarisinin 25 epoch için %98.93 eğitim başarımları oranı elde ettiği ve ResNet mimarisinin yine 25 epoch için %95.51 test başarımları oranı elde ettiği gözlemlendi. Bu sonuçlar, bitki hastalıkları sınıflandırmasında derin öğrenme mimarilerinin etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve tarım sektöründe hastalık teşhisinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Özellikle, EfficientNet' in eğitimde yüksek başarımları oranı, gelecekteki tarım uygulamalarında kullanılabilirliği açısından büyük

bir potansiyel sunmaktadır. Bununla birlikte, VGG16 mimarisinin düşük başarı oranı, bu modelin bu özel görev için uygun olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, bitki hastalıkları sınıflandırması için kullanılan mimarilerin karşılaştırılması üzerine odaklanmıştır ve tarım sektöründe daha etkili bir hastalık teşhisi sağlama hedefine katkı sağlamaya çalışmıştır. Elde edilen eğitim başarı oranı literatürde aynı veri setiyle yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır ve %98.93 başarı oranıyla daha iyi bir eğitim başarı oranı sonucuna ulaşılmıştır(Grafik 2).

Test verileri ile elde edilen başarı oranları üzerine ise literatür baz alınarak çalışmaya devam edilmektedir.

Grafik 2. Eğitim Aşamasında elde edilen başarı oranlarının literatür ile karşılaştırılması.



KAYNAKLAR

Fang, Y., & Jia, Y. (2021). Deep learning-based plant disease recognition: A comprehensive review. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(3), 375-389.

Chen, L., Liu, X., Du, Y., & Su, H. (2020). Deep learning-based plant disease diagnosis: A review of recent advances and challenges. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1186.

Bedi, P., & Gole, P. (2021). Plant disease detection using hybrid model based on convolutional autoencoder and convolutional neural network. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2021.05.002>

Labhsetwar, S. R., Mumbai, N., Deshpande, R., Mumbai, N., Haridas, S., Mumbai, N., Kolte, P. A., Mumbai, N., Panmand, R., Mumbai, N., Pati, S., & Mumbai, N. (n.d.). *Performance Analysis of Optimizers for Plant Disease Classification with Convolutional Neural Networks*.

Geetharamani G. & Arun Pandian J. (2019). Identification of plant leaf diseases using a nine-layer deep convolutional neural network. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2019.04.011>.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.

LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278-2324.

Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.)

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).

- Tan, M., & Le, Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (Vol. 97, pp. 6105-6114)
- Huang, G., Liu, Z., & Van Der Maaten, L. (2017). Densely Connected Convolutional Networks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 4700-4708.)
- Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2818-2826).

INVESTIGATING OF FOUNDATION SYSTEMS IMPLEMENTED IN HISTORICAL BUILDINGS

Adem Doğangün

Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-1867-7103

Muneeb Jadallah

Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-9853-4638

Muhammed Şahin

Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-1737-5637

ABSTRACT

Although many studies have been conducted regarding the upper parts of historical structures, there are considerably fewer studies concerning their foundation systems. This is mainly due to the fact that foundations are generally not visible without excavation. This publication focuses on the foundational systems applied in historical buildings. There are few alternatives to stone foundations in the foundations of historic bridges. Building structures, whether stone, brick, or wood, are generally constructed as stone foundations. This is mainly due to the presence of moisture in the lower parts of the structure, both within the ground and from water splashing from the ground due to rainfall, and the durability of the stone against these factors. Like modern foundations, historical building foundations can also be classified into two main groups: shallow and deep foundations. This study provides details on when each group of foundation systems is necessary and their application specifics.

Keywords: Historical structures, Foundation systems, Historic bridges, Stone.

INTRODUCTION

Historical buildings that have survived from the past to the present bear the traces of many civilizations that built them. These structures constitute an important source for revealing the architectural design of the period, the type of materials used, and construction techniques. At the same time, they can reflect the period's economic, cultural, social, and religious characteristics and political understanding. Historical buildings inherited from ancestors may be subject to deterioration and damage at various levels over time due to naturally occurring factors and/or adverse interventions by humans. To mitigate or eliminate the impact of such deterioration and damage in historic buildings, restoration and strengthening works are carried out using various techniques depending on the type of damage (Namlı, 2001; Selçuk, 2019; and Kır, 2020).

For the preservation of historical buildings, which are culturally and technically unique, the strength of the foundation systems is of paramount importance. Because if the foundations are damaged, it is almost impossible for the upper part of the historical structure to remain intact. This study focuses on the foundation systems applied in historical buildings in Turkey. Studies and publications related to the foundations of historical buildings are almost non-existent compared to those conducted for superstructures. Most articles either address individual cases and their specific issues or are limited to certain periods and regions (Kır, 2020).

RESEARCH AND FINDINGS

Literature Review

Namlı (2001) extensively discusses the foundation systems and methods of strengthening historical buildings. He examined the foundations of historical buildings in Istanbul and analyzed the types of damage suffered by these foundations. Based on the types of damage, he researched foundation-strengthening methods and provided examples from applications.

Arun (2005) examined the behavior of masonry structures. He investigated the effect of wall void conditions and geometric shapes on structural behavior. His study also addressed the impact of the foundation system on structural behavior.

Sarı (2008) conducted a comprehensive study on foundation reinforcement methods. He examined rehabilitation works in historical buildings and evaluated them by presenting numerous example applications.

Kara (2009) addressed the evaluation, repair, and strengthening of the structural systems of historic masonry buildings. He examined various aspects, such as classifying historical masonry structures, material properties, commonly used masonry construction techniques, and structural behavior under horizontal and vertical loads. Kara conducted condition assessments on five masonry structures and performed strengthening works where necessary. He compared the results of the strengthening works with regulatory values.

Avellan (2011) investigated the strengthening of historical building foundations with steel piles and examined raft foundations' geotechnical and structural design. In the St. John's Church in Tartu, piles were used as a strengthening method due to the irregular settlement of the building. The selected pile driving method was found to be suitable for St. John's Church, and it was noted that the driven piles contributed to a decrease in the irregular settlement of the existing foundations. The functionality of the strengthening techniques was confirmed with test piles.

Orakoğlu (2011) examined the foundation systems of historical buildings in the Elazığ-Harput region. Based on the obtained information, he tried to address the lack of knowledge about the types and characteristics of foundations of historical buildings in the region by presenting the current situation, such as the type of foundation, system type, and materials used.

Yaldız, Yavuz, and Yılmaz (2011) investigated the repair and strengthening works conducted on a historical stone masonry building located in İbrahim Paşa Village, affiliated with the Ürgüp district of Nevşehir. They initially examined the historical and architectural features as well as the structural system of the building. They presented repair and strengthening recommendations based on the damage observed in the structure.

Kahya (2013) investigated the construction of the foundation of Nur-u Osmaniye Mosque, which is considered a milestone in the architectural history of the Ottoman Empire and one of its most significant representatives. The study analyzed the excavation works preceding the foundation construction, the driving of wooden piles under groundwater, the construction of the grid and lime-rubble mixture quay, and, subsequently, the construction of the building foundations.

Selçuk (2019) investigated the reasons for the repair and strengthening of foundation systems of historic buildings, along with improvements made to these systems. Drainage works in a historical building were modeled using software, demonstrating that they did not pose a problem for the foundation and soil-bearing capacity.

Kır (2020) investigated the damage suffered by historical buildings mainly due to ground-related reasons and researched methods for quickly resolving these damages. The study examined historical buildings' foundation systems and soil profiles, presenting sample applications. Methods and techniques applied in foundation strengthening were researched, and the foundation strengthening method was determined by studying the historical Hereke Castle.

Ağatekin and Tazeoğlu Filiz (2022) researched the traditional building material brick and examined its usage from the past to the present. The study analyzed and evaluated transformations in the architectural application of bricks by providing examples from contemporary usage.

Foundation Systems for Stone Structures

Natural stones are perhaps the oldest building material still in use today. It has been used to construct various structures such as palaces, mansions, castles, bridges, caravanserais, religious buildings, and water structures, serving various functions. When stones were unavailable, locally sourced materials such as adobe or wood were likely the first building materials used.

Natural stones have been used in various forms as structural elements in constructing the structures. The stone masonry used in the foundations of historical buildings generally consists of simple (rectangular) structural elements.

The foundation systems of historical buildings can be categorized into two main groups: shallow foundations and deep foundations. Shallow foundations are relatively shallow and built on soils considered relatively stable. They are typically applied as individual foundations under columns of building-type structures or under the supports of structures like bridges. Sometimes, these foundations are connected to each other with wooden tie beams to work together, or they are placed on wooden grids, as shown in Fig.1, to distribute the loads from the structure over a wider area.

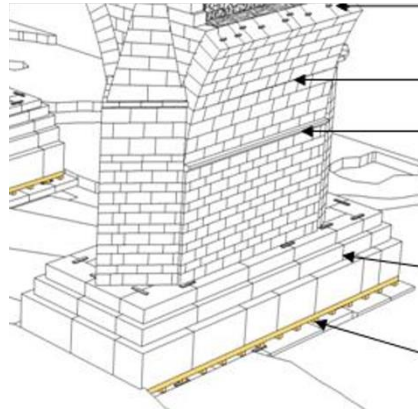


Fig.1. Application of wooden grid under a singular foundation (A Project, 2009)

Building-type structures often have continuous stone walls underlay foundations constructed beneath the load-bearing walls, as shown in Fig.2.



Fig.2 Foundation system of Dar-ul Aceze (Salt Galata, Feridun Fazıl Tülbentçi Archive)

Mimar Sinan's masterpiece, the Süleymaniye Mosque, was constructed in Istanbul between 1550 and 1557. The ground on which the mosque sits, as well as the load-bearing vertical and horizontal forces within the mosque, are anticipated to be counteracted by the massive masonry buttress walls, as shown in Fig.3. The mosque's foundations expand in a stepped manner on oak grids within a 200 mm thick lime mortar, as described by Namlı (2001).

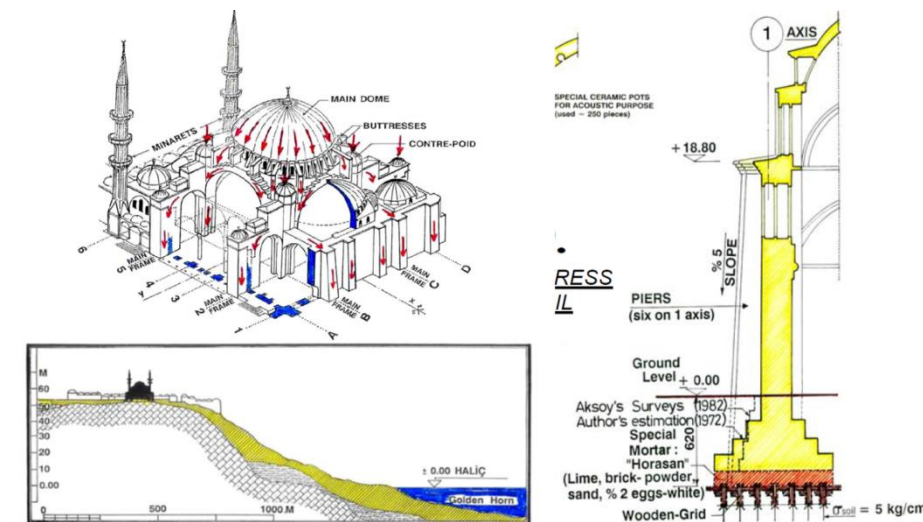


Fig.3 Soil and structural system of Selimiye Mosque, by Mimar Sinan (Arioğlu and Anadol, 1974)

Fig. 4 illustrates the profile of the ground where the supports of the Drina Bridge are determined based on recent boreholes. This figure shows that gravel grounds are commonly found at foundation levels. Variations are observed in the bedrock beneath the foundations. While limestone serves as the bedrock

for the first three piers on the left side, the bedrock on the right side exhibits a heterogeneous structure, with sandstones and limestone serving as the bedrock for the piers, as shown in Fig. 4. Additionally, as shown in Fig.4, stone foundations that do not sit directly on bedrock are placed on wooden grids rather than being directly supported on the ground. In cases where the wooden grid is insufficient, remediation work has been carried out to prevent the excavation of the foundation base and stone foundations have been placed on rock pieces inside wooden cages. Placing rock pieces within the cages prevents them from separating independently from the foundation base due to water flow (Doğangün and Ural, 2009).

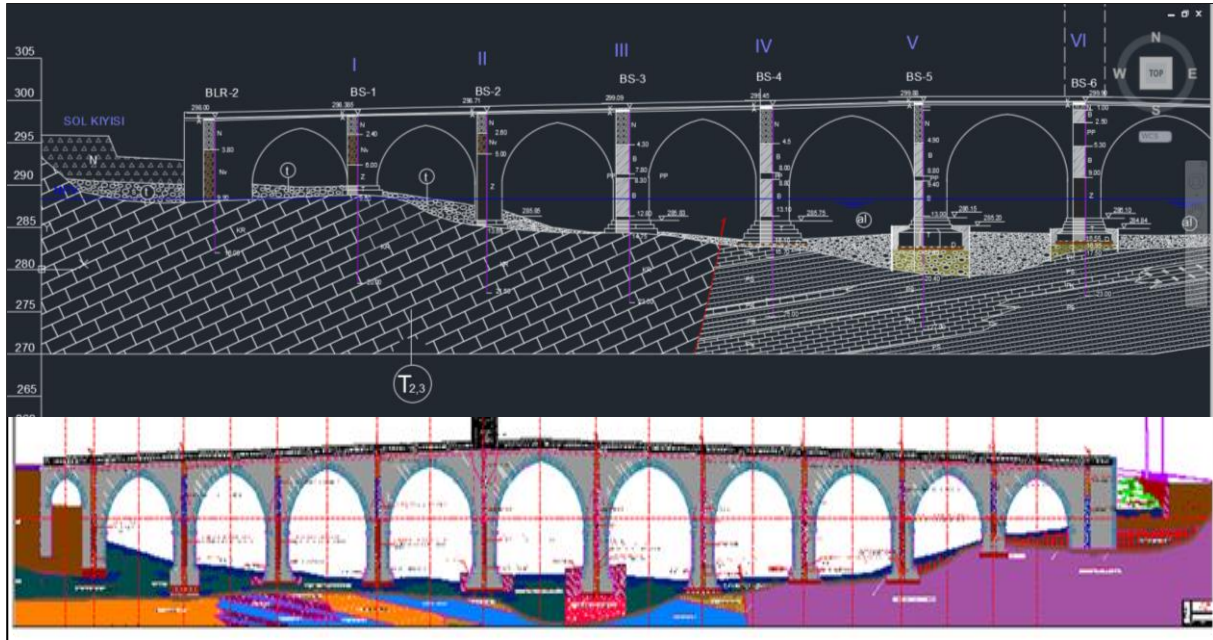


Fig.4 profile of the ground showing the ground structure supporting the bridge piers based on borehole data (A Project, 2009)

When the ground on which a historical structure is supported is composed of soil with weak load-bearing capacity up to a certain depth, shallow foundations may not be sufficient, and deep foundations involving piles are constructed. In soils with low bearing capacity or deemed saturated with water, foundation systems consisting of wooden piles or well foundations are preferred (Selçuk, 2019). Generally, the middle sections of bridges located in areas with low gradients along the flow direction of rivers tend to have soft/weak soil due to sediment accumulation (see Fig.4). Removing such low-bearing capacity soft soils may not be practically feasible. In such cases, wooden pile applications have been seen as a solution for historical structures. When it is not practical to remove weak soil layers or when weak soil layers extend to a certain depth, wooden piles are usually preferred for foundation construction. Fig.5 schematically illustrates a bridge's foundation system to represent this situation roughly. The figure shows a stone structure resting on a rock, a shallow stone foundation resting on the rigid ground, and a deep foundation system involving wooden piles resting on soft soil.

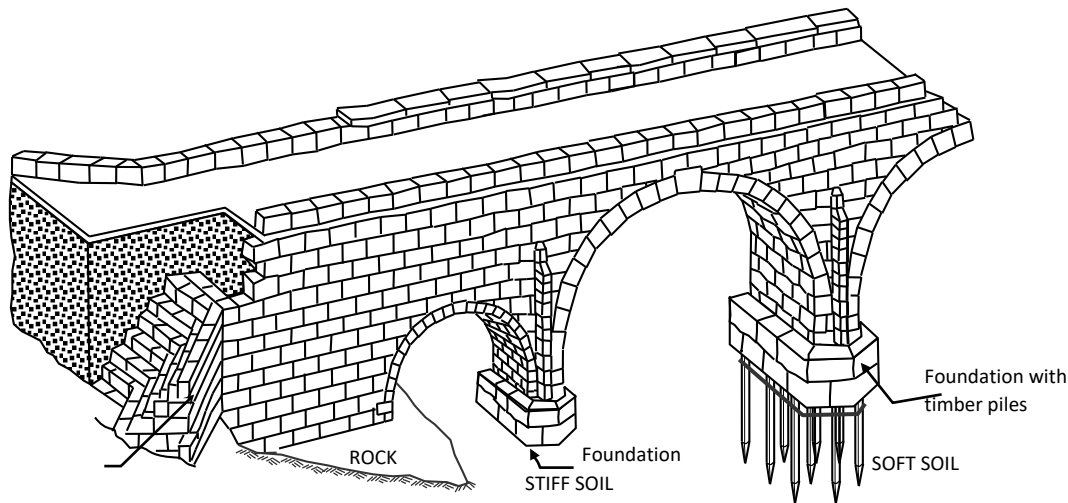


Figure 5. The foundation system of a stone bridge (Ural et al., 2008)

In areas with low load-bearing capacity soft soils, foundation construction is carried out by driving wooden piles and creating a grid system on top of them. Since stone structures are very sensitive to settlement, it can be noted that piles play an important role in preventing or reducing settlements that may occur in the foundation. Some of the bridge piers are already underwater, and the high groundwater level in the soil where building-type structures sit negatively affects the behavior of the soil in terms of load-bearing capacity. Wooden piles that are completely submerged under the water level, if not exposed to air, are made of wood resistant to decay or deterioration.

Metal elements called "Steel shoe" are attached to the ends of wooden piles. Various types of forged or cast-iron steel shoe elements in a V shape have been used in historic buildings. These metal heads, called "steel shoes," are sharpened to fit onto the end of a wooden pile, and the heads are attached. Metal shoe are essential to prevent the splitting of the pile end and to assist in driving the pile, as shown in Fig. 6. At the foundation level, wooden elements laid in both directions are placed on the heads of the piles to form a grid system and ensure the safe transfer of loads from the foundation to the piles, as shown in Fig.7 (Dabanlı et al., 2013). For pile driving, hand tools called "drop hammers" are used. The quay constructed on top of the piles is essentially a raft in today's sense (Namlı, 2001).

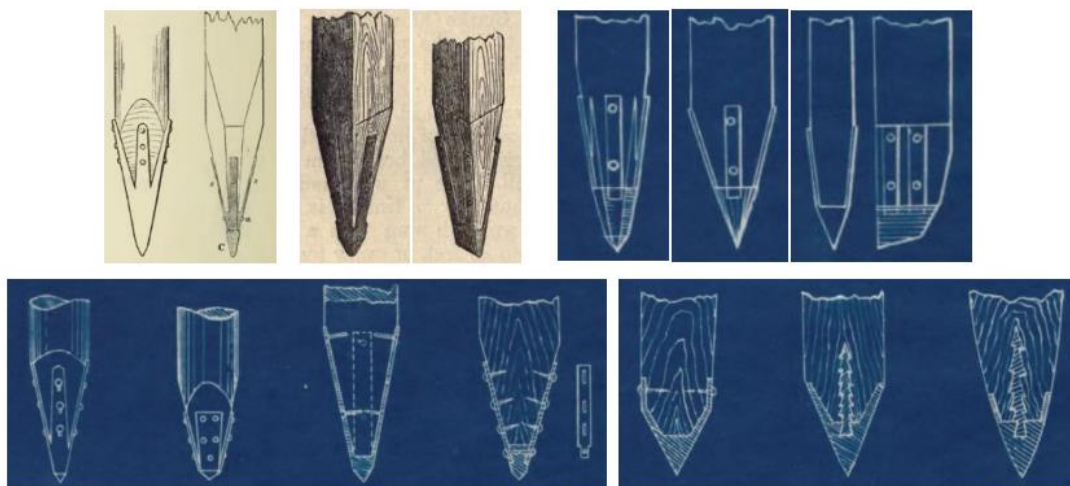


Fig.6 Applications of steel shoe on wooden piles (Notes On Building Construction, 1891, v.2, p.226) - (Dobson, 1872, p.84) - (Derleth, 1921) - (Dabanlı et al., 2013)

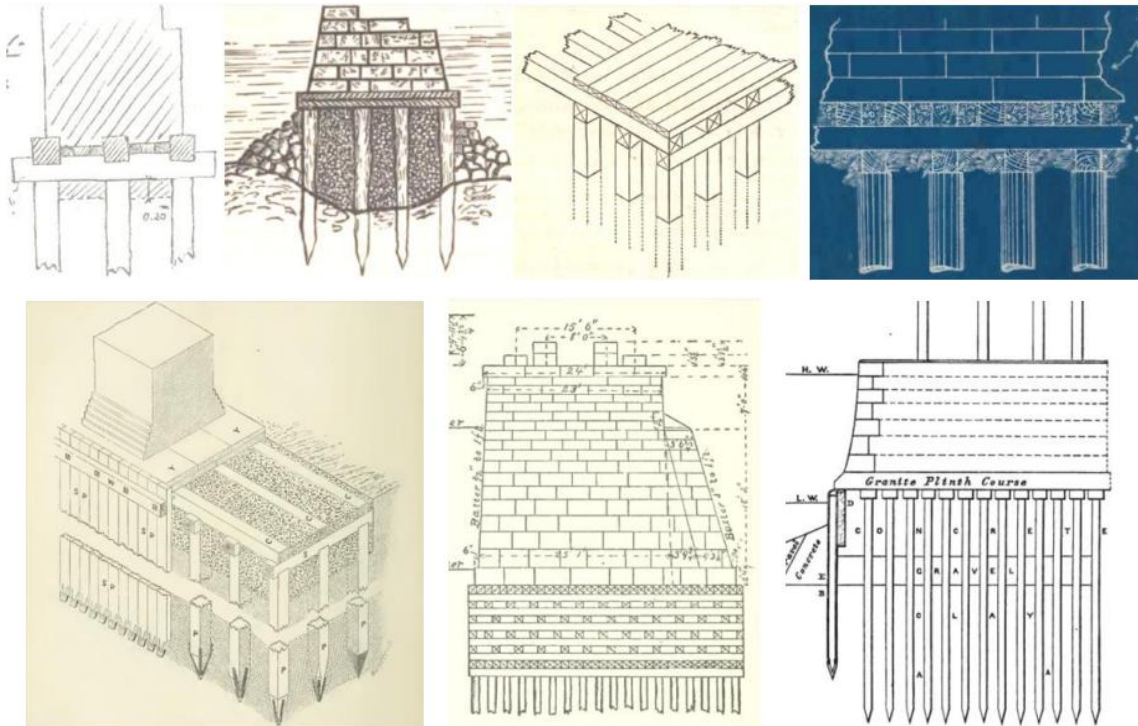


Fig.7 Examples of wooden grid (M. Feyzi, 1911) (Hasley, 1883) (Dobson, 1872) (Derleth, 1921) (Notes on Building Cons., p.228) (Baker, 1902) (Ashpitel, 1867) (Dabanlı et al., 2013)

Foundation Damage Types

Materials used in the foundations of historical buildings are generally subject to deterioration or decay due to physical and chemical effects. On the other hand, depending on the function they serve, foundations can suffer from various types and levels of damage, such as partial loss, cracks, and joint voids due to external influences.

One of the most significant damages observed in the foundations of historical stone bridges is the settlement of supports. Fig.8 illustrates an example of excavations occurring in bridge foundations and the rehabilitation made for them. The foundation of building-type structures is not exposed to the erosive effect of water in this way. However, especially if these structures are built on sloping terrain, ground movements can destabilize slopes and downward movement of structure foundations.

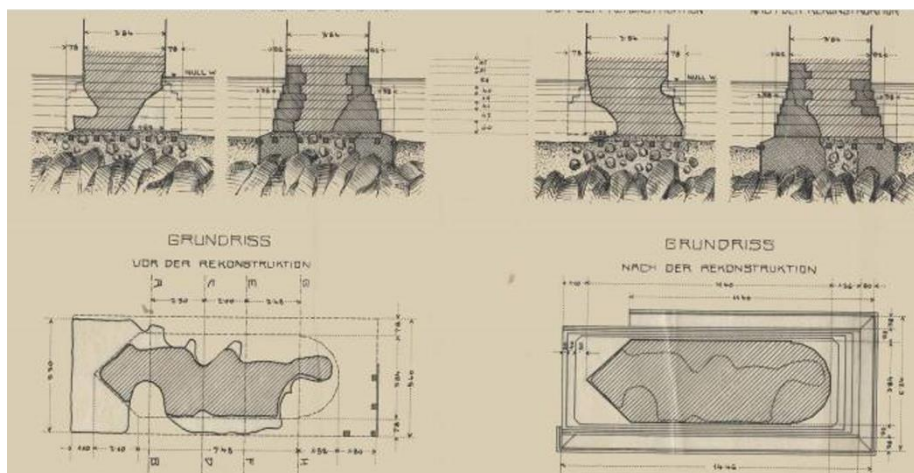


Fig.8 Appearance of excavations of the Sokollu Mehmet Pasha Bridge (A Project, 2009)

RESULTS

The foundation systems used for historical buildings can be classified into two main groups, just like modern foundation systems: shallow foundations and deep foundations. This study presents examples of foundation systems from historical buildings that authors have previously examined for both groups. Factors such as soil structure, groundwater level, the structure's function, and the building's characteristics play a role in selecting these examples. Analyses are made regarding why and under which conditions these foundation systems are chosen. It has been observed that in many historical buildings, despite the absence of modern technologies, the soil structure is determined extremely realistically, and the foundation system is constructed entirely in accordance with these soil conditions.

REFERENCES

- A Proje, 2009, Bosnia and Herzegovina Mehmed Pasha Sokolović Bridge Restoration Constructional Drawing Report,
- Arioglu E, Anadol K, (1974), On The Earthquake Resistance of The Suleymaniye Mosque (İstanbul) in The Historical Perspective (1557-1973), Proceedings Of The Fifth World Conference on Earthquake Engineering, ROME, vol:2, 2309-2311
- Arun, G., 2005. Yığma Kagir Yapı Davranışı, YDGA2005 - Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, ODTÜ, Ankara.
- Ashpitel A., 1867, Treatise on Architecture, Edinburg
- Avellan, K., 2011. Lımit State Design For Strengthening Foundations Of Historic Buildings Using Pretested Drilled Spiral Piles With Special Reference To St. John's Church In Tartu, Doktora Tezi, University of Oulu, Department of Process and Environmental Engineering
- Baker I. O., 1902, A Treatise on Masonry Construction, John Wiley&Sons, Newyork
- Dabanlı, Ö., Çılı F. ve Kahya, Y., 2013. Nur-u Osmaniye Camii'nin Temel İnşaatı, 4. Tarihi Yapıların Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu 27-29 Kasım 2013 - İstanbul
- Dobson E., 1872, Foundations and Concrete Works, London.
- Derleth C., 1921, Notes on Foundations And Masonry Structures, Berkeley.
- Doğangün A, Ural A, (2009), Analysis Report of Bosnia and Herzegovina Mehmed Pasha Sokolović (Drina) Bridge, KTÜ for A PROJE A.Ş.
- Hasley J., 1883, Railway Masonry and Bridge Foundations, The Railway Age Publishing Co.
- Kara, HG., 2009. Tarihi Yığma Yapıların Taşıyıcı Sistemleri, Güvenliğinin İncelenmesi, Onarımı Ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kır, H., 2020. Tarihi Yapıların Temel Sistemleri Ve Takviye Metotları, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Namlı, M., 2001. Tarihi Yapıların Temel Sistemleri ve Temel Takviyesi Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Orakoğlu, ME., 2011. Elazığ'daki Tarihi Yapıların Temel Sğstemlerinin İncelenmesi, e-Journal of New World Sciences Academy 2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0201
- Sarı, MS., 2008. Temellerin Takviyesi ve Uygulamadan Örnekler, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Selçuk, E., 2019. Tarihi Yapıların Temel Sistemlerinin Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ural A, Oruç Ş, **Doğangün A**, Tuluk Öİ, (2008), Turkish historical arch bridges and their deteriorations and failures, Engineering Failure Analysis, 15: 1-2, 43–53.

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

Yaldız,E., Yavuz, G., Yılmaz, ÜS., 2011. Elazığ'daki Tarihi Yapıların Temel Sğstemlerinin İncelenmesi, e-Journal of New World Sciences Academy 2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0201

Yaldız,E., Yavuz, G., Yılmaz, ÜS., 2022. 21. YY. Yapı Pratiğinde Tuğlanın Biçimsel ve İşlevsel Dönüşümleri, Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi, Sayı:56.

Salt Galata. (2024, 02 25). Retrieved from saltonline.org:
<https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/22786>

**SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE MEKANİK ARIZALARIN MAKİNE ÖĞRENMESİ
ALGORİTMALARI KULLANARAK UZAKTAN TESPİTİ**
**REMOTE DETECTION OF MECHANICAL FAULTS IN REFRIGERATION SYSTEMS
USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS**

Doç. Dr. Ferzan KATIRCIOĞLU

Düzce Üniversite, Mühendislik Fak., Mekatronik Müh. Bölümü, Düzce, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5463-3792>

Dr. Öğr. Üyesi Zafer CİNGİZ

Düzce Üniversitesi, Düzce MYO, İklim ve Soğutma Tek., Düzce, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3796-755X>

ÖZET

Soğutma sistemlerinde oluşan arızalar, sistemlerin çalışma performansını ve verimini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu arızaların bazılarının teşhisi arızanın türüne bağlı olarak değiştiği için tespit edilmesi ve sorunun giderilmesi zaman alabilmektedir. Bu nedenle çalışmada, soğutma sisteminde oluşabilecek mekaniksel (kompresör arızası, tıkalı genişleme valfi, kirli kondenser) arızaları teşhis etmek için, kızıl ötesi görüntüler kullanılarak, makine öğrenme uygulaması önerilmektedir. İlk olarak soğutma sisteminde normal çalışma ve 3 farklı arıza durumları için 30 adet kızılötesi görüntüler elde edilmektedir. Toplam 120 adet görüntüler İki Boyutlu Ayrık Dalgacık Dönüşümü (2D-DWT)'den geçirilerek özneliklerin elde edilmesi sağlanmaktadır. Son olarak seçilen bu öznelikler, Doğrusal Diskriminant Analizi (LDA), Destek Vektör Makinesi (SVM), Rastgele Orman (RF) ve Yenilemeli Sinir Ağları (RNN) sınıflandırıcılarına uygulanmaktadır. Sınıflandırma sonuçları, RNN'nin LDA, SVM ve RF'dan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Geleneksel sıcaklık, basınç ve elektriksel ölçümler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, gerçekleştirilen sistemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve hızlı tespit gibi özelliklerinden dolayı uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Arıza Tespiti, Makine Öğrenmesi, Soğutma Sistemi.

ABSTRACT

Faults in refrigeration systems significantly affect the operating performance and efficiency of the systems. Since the diagnosis of some of these malfunctions varies depending on the type of malfunction, it may take time to detect and fix the problem. For this reason, in the study, machine learning application is recommended using infrared images to diagnose mechanical faults (compressor failure, restricted expansion valve, dirty condenser) that may occur in the refrigeration system. First, 30 infrared images are obtained for normal operation and 3 different fault situations in the refrigeration system. A total of 120 images are passed through Two-Dimensional Discrete Wavelet Transform (2D-DWT) to obtain features. Finally, these selected features are applied to Linear Discriminant Analysis (LDA), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) and Recurrent Neural Networks (RNN) classifiers. Classification results reveal that RNN outperforms LDA, SVM, and RF. Compared to traditional temperature, pressure and electrical measurements and fault detection methods, the implemented system has been found to be applicable due to its features such as ease of use, remote measurement and rapid detection.

Keywords: Remote Fault Diagnosis, Machine Learning, Refrigeration System.

GİRİŞ

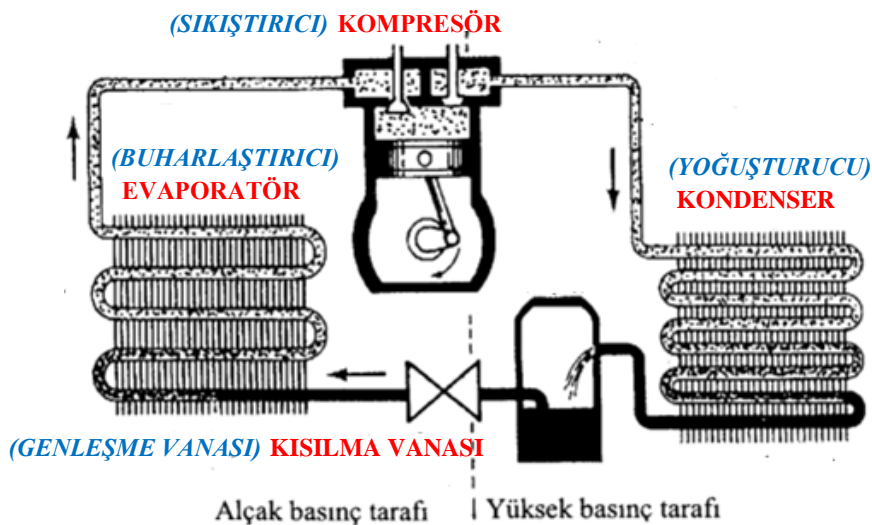
Soğutma sistemlerinde zamanla ya da birdenbire arızaların oluşması, sistemin veriminin ve performansının düşmesine, buna bağlı olarak da enerji sarfiyatında maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Arızaların tespit edilerek kısa zaman içerisinde müdahale edilebilmesi için yeni tespit ve teşhis yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemlerin geliştirilmesi ile enerji, bakım ve onarım maliyetleri düşürülerek, sistemin uzun süreli hasar görmesinin önüne geçilmiş olunacaktır (Erdogmus, Öder, Ezber ve Kalkan, 2023). Yapılan çalışmada, p-h diyagramından yararlanılarak soğutma çevrimindeki arızaların tespit edilmesi mümkün olmuştur. Yöntemin uygulamasını gerçekleştirmek için farklı sayıda yapay arıza bulandıran deney düzeneğinden yararlanılmıştır. P-h diyagramlarında çevrim ile normal ve arızalı çalışma koşulları arasındaki farkın rahatlıkla fark edilebildiği görülmüştür (Erdogmus, Öder, Ezber ve Kalkan, 2023). Katırcıoğlu ve ark., yaptıkları çalışmada, arıza türlerinin yüzey değişim özellikleri ele alınarak, incelenen arızaların değerlendirilmesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Geleneksel basınç, sıcaklık ve elektriksel ölçmeler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, uygulanan yöntemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve kayıt alma gibi özellikleri avantaj olarak ortaya çıkmıştır (Katırcıoğlu ve Cingiz, 2023). Bogdanovska ve ark., yaptıkları arıza analizi çalışmalarında buzdolaplarında bir kondenser ve valfteki arıza analizi yapmışlardır. Arızaların tespiti için, Pareto analizi ve Lorenz eğrisini kullanmışlardır (Bogdanovská, Molnar ve Fedorko, 2019). Wang ve arkadaşları, Bayes ağı (BN) ve temel bileşen analizini (PCA) bir araya getirerek gerçek uygulamalar için gelişmiş bir soğutma arıza tespit ve teşhis yöntemi önermişlerdir (Wang, Wang, Liang ve Tan, 2018). Katırcıoğlu ve arkadaşları (5), kızılötesi görüntü işleme tekniğine dayalı yeni bir yöntemi soğutma sisteminde oluşabilecek kaçakların tespiti için önermişlerdir (Katırcıoğlu, Cingiz, Çay, Gürel ve Kolip, 2020). Nasiri ve ark. (Nasiri, Taheri-Garavand, Omid ve Carlomagno, 2019), yaptıkları çalışmada soğutma radyatöründe oluşabilecek boru tıkanması, soğutucu sızıntısı, kapak arızası, kanatçıklar ve borular arasındaki gevşek bağlantılar ve kanatçık tıkanması gibi motor performansını etkileyen faktörleri sınıflandırmak için kızılötesi termal görüntüleri kullanmışlardır. Mehta ve ark. (Mehta, Goyal, Choudhary, Pabla ve Belghith, 2021), yaptıkları çalışmada rulman yatak arıza teşhisi için IRT'nin kullanımını sunmaktadır. Termal görüntünün ayrıştırılması için iki boyutlu bir ayrık dalgacık dönüşümü (2D-DWT) uygulanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, soğutma sistemlerinde oluşan kompresör arızası, tıkalı genişleme valfi ve kirli kondenser gibi mekanik arızaların kızılötesi görüntü işleme tekniği ve makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak hızlı ve uzaktan tespitini gerçekleştirmektir.

YÖNTEM

2.1. Materyal

Soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin büyük çoğunluğu buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin prensipleri ile çalışır.

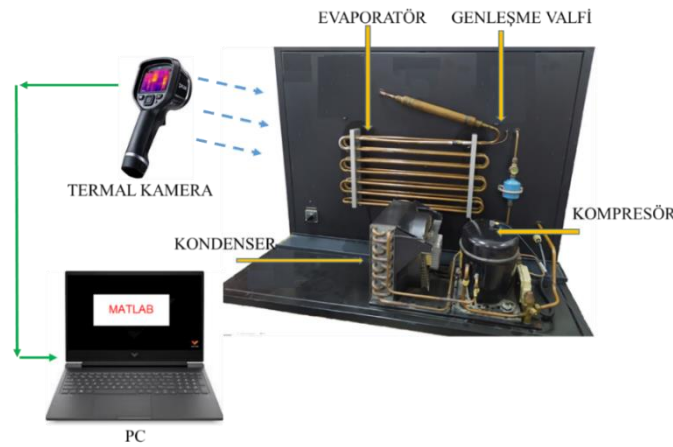


Şekil 1. Buhar sıkıştırımlı soğutma sistemi

Şekil 1, basit bir buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin şematik diyagramını göstermektedir. İdeal çevrim, yoğuşturucu, buharlaştırıcı, kısılma (genleşme) vanası ve kompresör olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır.

2.2 Deney Sisteminin Kurulumu

Arızaların simüle edileceği deneysel sistem, buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi esasına göre tasarlanmıştır. Deney sisteminde soğutucu akışkan olarak R134a kullanılmıştır. Deney düzeneğine ilişkin genel görünüş Şekil 2’de verilmiştir. Arızaların oluşturulacağı deney sisteminde, deneylerin stabil şartlarda gerçekleştirilebilmesi için, kapalı bir ortamda deneyler gerçekleştirilmiştir. Deney sisteminde kullanılan tüm elemanların pozisyonları Şekil 3’de, teknik özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir. Bu çalışmada, soğutma sisteminde oluşabilecek arızaları analiz etmek için termal kamera görüntülerinden alınan ölçüm değerleri kullanılmıştır. Soğutma arıza teşhis deney düzeneği Şekil 2 ve Şekil 3’de gösterildiği gibi hermetik pistonlu kompresör, kanatlı tip hava soğutmalı kondenser, kılcal tip genleşme valfi ve çıplak borulu evaporatörden oluşmaktadır. 700 g R134a soğutucu akışkan sisteme şarj edilmiştir.



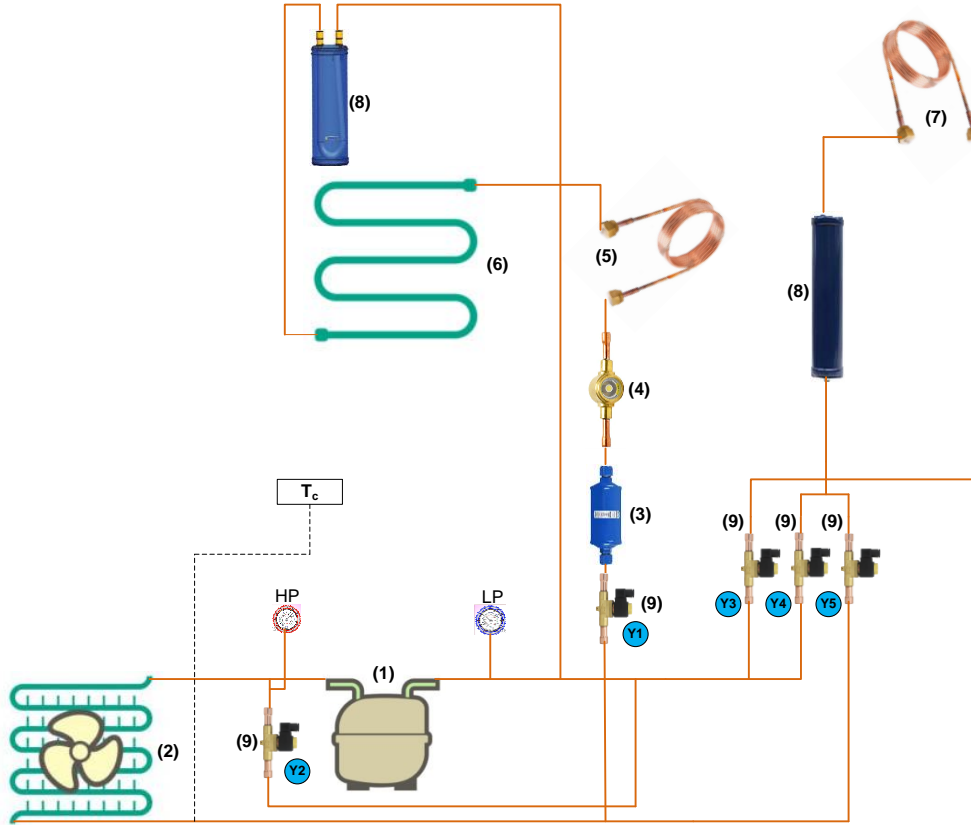
Şekil 2. Deney sisteminin genel görünüşü

Tablo 1. Deney düzeneğinde kullanılan ekipmanların özellikleri

Ekipmanlar	Teknik Özellikler
Kompresör	Hermetik pistonlu, Akışkan: R134a, Güç: 288 W
Kondenser	Hava soğutmalı, max. hacimsel hava akış oranı: 300 m ³ /h
Evaporatör	Çıplak borulu, max. hacimsel hava akış oranı: 180 m ³ /h
Genleşme Valfi	Kılcal borulu, 1.5 m
Soğutma kapasitesi	463 W, R134a soğutucu akışkan
Akümülatör	Emiş hattı ve sıvı hattı, Çalışma basıncı: 33 bar, Min.Max sıcaklık: -10 ⁰ C- +100 ⁰ C
Drayer	Kaynaklı
Gözetleme camı	Kaynaklı
Gaz Dolu Cihazı	Dijital terazili gaz şarj istasyonu, Basınç gösterge: 0..30 Bar
Manometre	Soğutma grupları için, alttan çıkışlı direk bağlantılı, Basınç aralığı: -1..9 Bar/- 1..24 Bar
Termal Kamera	Flir E8-XT 320x240 (76800 piksel), -20 °C – 550 °C

Şekil 2’de gösterildiği gibi, soğutma arıza teşhis düzeneği, soğutucu akışkanı kondensere, oradan genleşme valfine, sonrasında evaporatöre ileten bir kompresöre sahiptir. Kondenserin üzerine yerleştirilmiş bir fan sayesinde hava üflenerek kondenserin ısısının atılması sağlanmaktadır. Soğutucu

akışkan filtre-kurutucu, gözetleme camı, bir genişleme elemanından geçerek evaporatöre ulaşmaktadır. Emme hattından soğutucu akışkan kompresöre geri dönmektedir.



Komponentler/Ölçüm ekipmanları

1	Kompresör	6	Evaporatör
2	Kondenser	7	Kılcal boru
3	Drayer-kurutucu	8	Akümülatör
4	Gözetleme camı	9	Selenoid valf
5	Genleşme valfi	HP	Kond. giriş (Yüksek basınç manometresi)
		LP	Evap. çıkış (Alçak basınç manometresi)

Şekil 3. Deney sisteminde kullanılan tüm komponentler ve ölçüm ekipmanlarının pozisyonları

2.3 Arızalar

Deney sistemi seçilen soğutma arızalarını simüle etmek için kullanılacaktır. Bu sistemle üç farklı arıza oluşturulabilir. Tablo 2’de bu arızalar ve kısaltmaları gösterilmiştir.

Tablo 2. Arıza Listesi ve Kısaltmalar

ARIZALAR	KISALTMALAR
Kompresör arızası (Compressor Failure)	CF
Genleşme valfi tıkalı arızası (Restricted Expansion Valve)	REV
Kirli kondenser arızası (Dirty Condenser)	DC
Normal Çalışma (Normal Condition)	NC

Deney sisteminde bu arızaların daha iyi anlaşılması için normal çalışma koşullarının bilinmesi arıza tespit ve teşhisi için gereklidir. 20 °C ortam sıcaklığında tutulan ortamda deneyler yapılmıştır.

NC: Normal, sistemin hatasız normal çalışma durumudur. Deney sırasında (Y1) selenoid valfi açık, diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır.

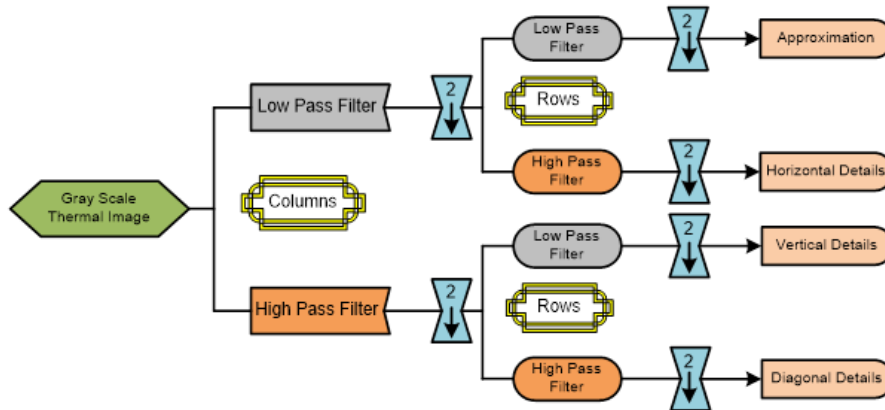
DC: Kondenser yüzeyi zamanla toz, is ve nem gibi çeşitli sebeplerden dolayı lamel araları dolup tıkanabilir. Yüksek basınç altında ve yüksek ısıda olan soğutucu akışkanın, aynı basınç altında, ısısının alınarak sıvı hale gelmesi için gerekli hava miktarı kondenserdan geçememektedir. Lamellerin hava ile teması mümkün olmadığından ısı transferi zayıflamış olur. Deney sırasında (Y3) ve (Y4) selenoid valfleri açık ile diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Soğutma çevriminin verimliliğinde azalma meydana gelir. Soğutma kapasitesinde azalma görülür.

REV: Genleşme valfi, orta sıcaklıktaki ve yüksek basınçlı sıvı soğutucunun kısılmasından geçerek düşük sıcaklıkta ve düşük basınçlı ıslak buhar olmasını sağlar ve soğutucu, soğutma etkisini elde etmek için evaporatördeki ısıyı emer. Soğutucu akışkanın debisi azalacağından soğutma kapasitesi de azalmaktadır. Deney sırasında normalde açık durumda olan (Y1) selenoid valfi ile diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Böylece, kompresörün sesinin değiştiği ve kompresörün zorlandığı görülür. Soğutma kapasitesinde azalma görülür.

CF: Soğutma kompresörüne sıvı yürümesi, eksik yağlama, sistemin kirli olması ve aşırı ısınma gibi sebeplerden dolayı kompresör arızalanabilir. Deney sırasında (Y1) ve (Y2) selenoid valfleri açık diğer selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Soğutma kapasitesinde azalma görülecektir.

2.4 Özellik Oluşturma

İki boyutlu ayrık dalgacık dönüşümü 2D-DWT uzay ve frekans domainlerindeki görüntünün detaylarının yakalanmasında ve çok ölçekli temsil yapısı özelliği ile faydalı bir görüntü işleme aracıdır. Bu çalışma içerisinde hızlı görüntü analizi gerçekleştirme, görüntü özelliklerini koruma ve yüksek oranlarda görüntü sıkıştırma özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir (Mi ve Lan, 2003).



Şekil 4. 2D-DWT ayrıştırma algoritmasının akış diyagramı

Şekil 4 de gösterildiği gibi, LL alt bandı giriş görüntüsünün yaklaşım değerini, LH alt bandı horizontal özelliklerini, HL görüntünün dikey özelliklerini çıkartmak için kullanılırken, HH özelliği giriş görüntüsünün köşegenleri boyunca kenarlara vurgu yapmaktadır. Giriş görüntüsü (IO) olarak tanımlanırsa 2D-DWT çıkışındaki alt görüntüler Eq. 1 de ki matematiksel eşitliklerde sunulmuştur.

$W_{01}(p, q) = [Lx * [Lx * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	(1)
$W_{11}(p, q) = [Lx * [Hy * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	
$W_{21}(p, q) = [Hx * [Ly * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	
$W_{31}(p, q) = [Hx * [Hy * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	

Eşitlikte ki \downarrow ve $*$ işaretleri sırasıyla giriş görüntüsünün alt örnekleme ve evirişim işlemlerini temsil etmektedir. Lx , Ly , Hx ve Hy düşük ve yüksek geçiren filtreler olarak belirtilmiştir. Soğutma sisteminde oluşturulan 3 arıza koşullarının sonucunu belirlemek için, önerilen çalışma içerisinde, 2D-DWT'nin tüm ayrışma seviyeleri dikkate alınmıştır.

2.5 Özellik Seçimi

Özellik seçimi, tahmine dayalı bir model olup, veri seti içindeki özellik sayısını azaltma işlemi gerçekleştirmektedir. Özellik seçimi, öncelikle bilgilendirici olmayan veya gereksiz tahmin unsurlarını modelden kaldırmaya odaklanır (Erbayram ve Erisoglu, 2021).

minimum Redundancy Maximum Relevance (mRMR) içerisinde yer alan Karşılıklı Bilgi (Mutual Information MI) sınıf ve özellik arasındaki evirişim seviyesini ve özellikler arasındaki benzerlik seviyesini ölçmek için kullanılmaktadır. Bu tanımlamaya göre, aralarındaki fazlalığı azaltmak için özelliklerin MI'sı en aza indirilirken yüksek alaka düzeyini korumak amacı ile özellik ve sınıfın MI'sı maksimize edilmektedir. mRMR yöntemi de alaka düzeyi (relevance) ile fazlalığı (redundancy) eş zamanlı olarak düşünen MI esaslı özellik seçim yöntemidir (Peng, Long ve Ding, 2005).

Neighborhood Component Analysis (NCA), sınıflama algoritmalarının doğru sınıflama olasılığını en büyükmeyi amaçlayan parametrik olmayan özellik seçim algoritmasıdır. Komşuluk bileşen analizinde doğru sınıflama olasılığını en büyükmeyecek şekilde özelliklerin ağırlıklandırılması gerçekleştirilir. Komşuluk bileşen analizinde verilen amaç fonksiyonunu en büyükmeyecek şekilde ağırlık vektörü tahmin edilmektedir (Yang, Wang ve Zuo, 2012).

ReliefF Algorithm (rf) özelliklerin, birimlerin ait olduğu sınıftaki en yakın komşuları ile ait olmadığı sınıftaki en yakın komşuları arasındaki uzaklık farklılıklarına dayalı olarak ağırlıklandırılması esasına dayanmaktadır (Kononenko, 1994).

2.6 Arıza Sınıflandırma

Bu çalışma içerisinde karar verme işlemi için özniteliklerin özellik seçimi yapıldıktan sonra eğitim ve test aşaması gerçekleştirilmiştir. Soğutma sisteminde uzaktan arıza tespiti için Linear Discriminant Analysis (LDA), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) ve Recurrent Neural Network (RNN) sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır.

Linear Discriminant Analysis (LDA) 1936 yılında R. A. Fisher tarafından tanıtılan köklü bir istatistiksel tabanlı sınıflandırma yöntemidir (Fisher, 1936). LDA yöntemi iki veya daha fazla grubu sınıflandırmak için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Sınıf içi dağılım matrisini en aza indirirken sınıflar arası dağılım matrisini en üst düzeye çıkararak bir vektörü tanımlamaktadır. Normal dağılım gösteren değişkenleri varsayar ve varsayımın gerçekleşmesi durumunda doğru sonuçlar vermektedir. Çok değişkenli veri kümelerini basitleştiren doğrusal denklemler üretmektedir (Ricciardi, Valente, Edmund, Cantoni, Green, Fiorillo, Picone, Santini ve Cesarelli, 2020), (Lewis, 2017).

Support Vector Machine (SVM) Vladimir Vapnik ve arkadaşlarının 1995 yılında geliştirdikleri hem regresyon hem de sınıflandırma için kullanılabilen bir algoritmadır. Çok boyutlu bir uzayda doğrusal dağılan verileri birbirinden bir doğru veya düzlem ile en uygun iki sınıfa ayıran hiper düzlemden (karar doğrusundan) oluşmaktadır (Vapnik, 1999). Bu algoritmada sonsuz tane hiper düzlem çizilebilir de amaç en uygun hiper düzlemi belirlemektir (Dogru ve Subasi, 2018), (Sarıkaya, Hinton, ve Deoras, 2014).

Random Forest (RF) eğitim verilerinin yeniden örneklenmesiyle karar ağaçlarının oluşturduğu hem sınıflandırmanın hem de regresyonun gerçekleştirilebildiği parametrik olmayan bir topluluk öğrenme algoritmasıdır. Bundan dolayı karar ağaçlarından çıkan sınıf türüne oy vererek sınıflandırma veya tahmin doğruluğu önemli ölçüde iyileştirmektedir (Breiman, 2001). Tüm öğrenme örneğini içeren kök düğümden başlayarak, bir düğümden verileri birçok alt düğüme bölmekte ve ikili karar ağaçları oluşturulmaktadır. Daha sonra her ağaç bazı x girdileri için bir oy kullanır ve sınıflandırıcının çıktısı ağaçların çoğunluk oyu ile belirlenmektedir (Khalilia, Chakraborty ve Popescu, 2011).

Recurrent Neural Network (RNN) de sürekli eski bilginin üst üste konulması şeklinde bir düşünme yapısı vardır. Geleneksel sinir ağlarında bu birikimli öğrenme düzeni gerçekleştirilemez. Geleneksel sinir ağlarında bu şekilde bir bağımlılık modellenemediği için, bu soruna çözüm üretmek üzere RNN yapısı önerilmiştir. Bu ağ yapısı öğrenme aşamasında, eski bilginin sonraki adımlarda kullanılabilmesine imkân vermektedir (Mikolov, Karafiát, Burget, Cernocký ve Khudanpur, 2010). RNN hücrenin çıkışında üretilen bilgi tekrar bir sonraki adımda girdi olarak kullanılmaktadır. Böylece önceki bilgilerin sonraki adımlara aktarılması sağlanmış olmaktadır (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997).

2.7 Arıza Tespit Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sınıflandırma yöntemleri ile elde edilen sonuçların başarısını ölçmek için yarı küresel performans matrisi olan Karmaşıklık Matrisi (Confusion Matrix) kullanılmıştır. Bu matris sınıflandırma yöntemleri ile elde edilen gerçek ve tahmini veriler hakkında bilgi vermektedir.

Tablo 3. Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesi Karmaşıklık Matrisi

Gerçek Sınıflar		Normal Durum		i. Arıza
	Normal Durum	n_{11}	...	n_{1j}
		⋮		
	i. Arıza	n_{i1}		n_{ij}
	Tahmin Edilen Sınıflar			

Tablo 3 de ki (n_{ij}) terimlerinde, kullanılan i . alt indis sınıflandırıcı tarafından tahmin edilen sınıfa karşılık gelirken, j . alt indis ise ait olduğu gerçek sınıfı temsil etmektedir. Buna göre, sağ köşegen öğeler ($i=j$) doğru sınıflandırılmış örnekler karşılık gelirken, köşegen dışı terimler ($i \neq j$) yanlış sınıflandırılmış örnekleri temsil etmektedir.

Özellikle bir sınıf i düşünüldüğünde, örneklerin çeşitliliğini dört ayrı gruba ayrılabilir. Bunlar sırasıyla gerçek pozitifler (TP) ve gerçek negatifler (TN) modelin doğru olarak tahminlendiği, yanlış pozitif (FP) ve yanlış negatif (FN) ise modelin yanlış olarak tahminlendiği alanlardır.

Örneklerin gruplandırılma sayılarının belirlenmesinde şu eşitlikler kullanılmaktadır; $n_{TP} = n_{ij}$, $n_{FP} = n_{i+} - n_{ij}$, $n_{FN} = n_{+j} - n_{ij}$ ve $n_{TN} = n - n_{TP} - n_{FP} - n_{FN}$. Eşitliklerde ki n_{i+} ve n_{+j} terimleri i . satır ve j . sütunlardaki karmaşıklık matrisinin elementlerinin toplamıdır.

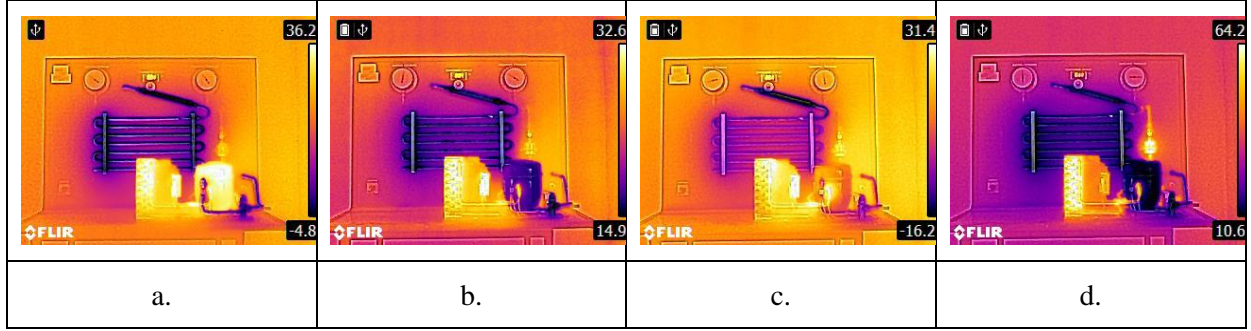
Tablo 4. Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler

Değerlendirme Kriteri	Matematiksel Eşitliği
Doğruluk (Accuracy)	$Acc = \frac{n_{TP} + n_{TN}}{n_{TP} + n_{TN} + n_{FP} + n_{FN}}$
Duyarlılık (Sensitivity)	$Sen = \frac{n_{TN}}{n_{TN} + n_{FP}}$
Kesinlik (Precision)	$Pre = \frac{n_{TP}}{n_{TP} + n_{FP}}$
F-Skor (F-Scor)	$F - Scor = 2 + \frac{Pre * Sen}{Pre + Sen}$

Bu çalışmada sınıflandırıcıların başarısını ölçmek için kullanılan değerlendirme kriterleri Tablo 4’de verilmiştir. Doğruluk oranı modelde doğru tahmin edilen alanların toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktadır. Kesinlik pozitif olarak tahminlendiğimiz değerlerin gerçekten kaç adedinin pozitif olduğunu göstermektedir. Duyarlılık ise pozitif olarak tahmin edilmesi gereken işlemlerin ne kadarını pozitif olarak tahmin edildiğini gösteren bir metriktir. F-Skor değeri kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasıdır ve [0,1] aralığında değer almaktadır.

BULGULAR

Soğutma sisteminde normal çalışma şartları Normal Condition (NC) olarak adlandırılmış olup örnek yüzey gösterimi Şekil 5.a da sunulmuştur. Evaporatör, kondenser, kompresör ile emme ve basma hattı yüzey sıcaklıkları normal görünümündedir. Soğutma sisteminde arızalı kompresör Compressor Failure (CF) durumunda (Şekil 5.b), emme ve basma hattı ile kompresör, kondenser ve evaporator yüzey sıcaklıklarında azalma olduğu göze çarpmaktadır. Bunun nedeni ise sistemde dolaşan soğutucu akışkan debisinin olması gerekenden az ya da hiç olmamasıdır. Soğutma kapasitesinde azalma olacaktır. Sistemde çok az soğutucu akışkan varsa, kompresör sıkıştırma görevini gerçekleştirmek için imal edildiğinden zarar görmeye başlayacaktır. Bu işlem devam ettiği sürece kompresör gördüğü zarar nedeni ile soğutma sistemi zamanla tamamen durma sürecine girmiş olacaktır. Tıkalı genişleme valfi arızası olması durumunda Restricted Expansion Valve (REV) olarak tanımlanmıştır ve örnek bir yüzey gösterim şekli Şekil 5.c de verilmiştir. Emme ve basma hattı ile kompresör, kondenser ve evaporator yüzey sıcaklıklarında artış olduğu görülecektir. Bu duruma en iyi örnek, Şekil 5c’de evaporatörün diğer görüntülere göre daha sıcak olması ve görüntünün daha mavi görünmesidir. Sebebi ise sistemde dolaşmakta olan soğutucu akışkan debisinin olması gerekenden az ya da hiç olmamasıdır. Mekanik arızalar sınıfına giren son arıza çeşidi kondenserin kirlenmesidir ve Dirty Condenser (DC) olarak adlandırılmıştır. Bununla ilgili örnek yüzey görüntüsü Şekil 5.d de gösterilmiştir. Bu arızanın uzun süreli devam etmesi halinde ise kompresörün performanslı çalışması engellenecek ve aşırı yük bineceğinden, soğutma görevinin gerçekleşmesini olumsuz etkileyecek başka arızalara sebebiyet verecektir.



Şekil 5. Soğutma sisteminden elde edilen normal ve 3 arıza durum için örnek kızılötesi görüntüleri

a. NC b. CF c. REV d. DC

Soğutma sisteminde ki normal ve arıza durumlarında **Şekil 5** de gösterildiği gibi kızılötesi görüntüler arasında farklar belirgin şekilde oluşmuştur. Görüntülerde oluşan bu farklı durumlar, sınıflandırarak uzaktan arıza teşhisi yapmak için önerilen yöntemin uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Soğutma sistemi mekanik arıza durumları için, DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcıları NCA, mRMR ve rf özellik seçimi metotlarından elde edilen veri setlerine uygulanmıştır. Önerilen bu çalışma, Intel(R) Core(TM) i5-4200U CPU @ 1.60GHz 2.30 GHz işlemci ve 6,00 GB RAM özelliklerine sahip bilgisayarda MATLAB 2021a versiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5 de gerçekleştirilen sınıflandırıcıların karmaşıklık matrisi sonuçlarına yer verilmiştir. NCA, mRMR ve rf özellik seçimi metotları karşılaştırıldığında, rf tabanlı yöntemin uygulanması sonucunda sınıflandırıcılar daha iyi sonuçlar ürettiği görülmektedir. Örneğin **Tablo 5** de ki rf ile yapılan RNN sınıflandırıcı doğru tahmin sonuçları NC 28, FC 30, DC 28 ve BEV 30 iken, NCA ile yapılan RNN sınıflandırıcı sonuçları NC 26, FC 26, DC 25 ve BEV 26 çıkmıştır.

NCA, mRMR ve rf özellik seçimi yöntemlerinin kendi aralarında karşılaştırması yapılması durumunda ise RNN sınıflandırıcısını diğer sınıflandırıcılara göre yüksek performansta çalıştığı tespit edilmiştir. Bu sınıflandırıcıyı DA, RF ve son olarak SVM izlemiştir. Örneğin **Tablo 5** de NCA için RNN 26 26 25 26 doğru sonuç bulurken sırasıyla DA 24 27 21 24, RF 23 26 19 26 ve son olarak SVM 24 26 17 19 doğru sonuçlar bulmuşlardır. Önerilen çalışmanın performansını değerlendirmek için karmaşıklık matris sonuçlarına bakılarak kesin bir yargıya varmak veya karşılaştırma yapmak güçtür. Bunu için **Tablo 6**'da, sınıflandırıcıların başarısını ölçmek için kullanılan değerlendirme sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 6 deneysel veri seti için seçilen öznelikleri girdi olarak kullanan tüm sınıflandırıcılar için accuracy, sensitivity, precision ve F-Score performans ölçüm sonuçlarını içermektedir. NCA için sınıflandırıcıların sınıflandırma accuracy sırasıyla 0,800, 0,717, 0,783 ve 0,858 mRMR için 0,800, 0,733, 0,750 ve 0,925 iken rf için 0,792, 0,733, 0,758 ve 0,967 elde edilmiştir. Sadece RNN sınıflandırıcısında rf özellik seçimi yönteminin daha iyi performans gösterdiği NCA içinde de SVM sınıflandırıcısının en düşük doğruluk değerine sahip olduğu görülmektedir. Özellik seçimi yöntemlerinde rf yönteminde çalıştırılan sınıflandırıcılar arasında ise RNN sınıflandırıcısı accuracy 0,967, sensitivity 0,933, precision 0,933, F-Score 0,933 and G-Mean 0,955 değerleri ile ön plana çıkarak, en iyi performans göstermiştir.

Tablo 5. NCA, mRMR ve rf özellik seçim metotları kullanılarak DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcılarının Karmaşıklık Matris sonuçları

	DA	SVM	RF	RNN																																																																																																																								
NCA	<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>24</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>21</td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>4</td><td></td><td>24</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	24	1	4	1	DC	2	21		7	FC	2		27	1	NC	2	4		24	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>19</td><td>7</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>17</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td>1</td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>24</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	19	7	3	1	DC	2	17		11	FC	2	1	26	1	NC	1	4	1	24	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>26</td><td>3</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>19</td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td>1</td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>5</td><td></td><td>23</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	26	3	1		DC	2	19		9	FC	2	1	26	1	NC	2	5		23	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>26</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>25</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td></td><td>4</td><td></td><td>26</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	26	1	3	1	DC	2	25	1	2	FC	2		26	1	NC		4		26	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class			
BEV	24	1	4	1																																																																																																																								
DC	2	21		7																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	2	4		24																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	19	7	3	1																																																																																																																								
DC	2	17		11																																																																																																																								
FC	2	1	26	1																																																																																																																								
NC	1	4	1	24																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	26	3	1																																																																																																																									
DC	2	19		9																																																																																																																								
FC	2	1	26	1																																																																																																																								
NC	2	5		23																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	26	1	3	1																																																																																																																								
DC	2	25	1	2																																																																																																																								
FC	2		26	1																																																																																																																								
NC		4		26																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
mRMR	<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>22</td><td>2</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>20</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td>27</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	22	2	6		DC	2	20		8	FC	2		27	1	NC	1	2		27	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>21</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>17</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>23</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	21	4	3	2	DC	2	17		11	FC	2		27	1	NC	2	4	1	23	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>24</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>1</td><td>17</td><td></td><td>12</td></tr> <tr><td>FC</td><td>1</td><td>1</td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>6</td><td></td><td>22</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	24	1	4	1	DC	1	17		12	FC	1	1	27	1	NC	2	6		22	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>27</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td></td><td>27</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>FC</td><td>3</td><td></td><td>29</td><td></td></tr> <tr><td>NC</td><td></td><td>2</td><td></td><td>28</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	27	1	1		DC		27		2	FC	3		29		NC		2		28	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class			
BEV	22	2	6																																																																																																																									
DC	2	20		8																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	1	2		27																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	21	4	3	2																																																																																																																								
DC	2	17		11																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	2	4	1	23																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	24	1	4	1																																																																																																																								
DC	1	17		12																																																																																																																								
FC	1	1	27	1																																																																																																																								
NC	2	6		22																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	27	1	1																																																																																																																									
DC		27		2																																																																																																																								
FC	3		29																																																																																																																									
NC		2		28																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
rf	<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>23</td><td>3</td><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td>3</td><td>19</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>2</td><td></td><td>26</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	23	3	4		DC	3	19		8	FC	2		27	1	NC	2	2		26	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>21</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>18</td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td>1</td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>23</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	21	4	4	1	DC	2	18		10	FC	2	1	26	1	NC	1	5	1	23	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>27</td><td>2</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>3</td><td>17</td><td></td><td>10</td></tr> <tr><td>FC</td><td>4</td><td></td><td>25</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>6</td><td>1</td><td>22</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	27	2		1	DC	3	17		10	FC	4		25	1	NC	1	6	1	22	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>30</td><td></td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td></td><td>28</td><td></td><td>1</td></tr> <tr><td>FC</td><td></td><td></td><td>30</td><td></td></tr> <tr><td>NC</td><td></td><td>2</td><td></td><td>28</td></tr> <tr><td>True Class</td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	30			1	DC		28		1	FC			30		NC		2		28	True Class	BEV	DC	FC	NC		Predicted Class			
BEV	23	3	4																																																																																																																									
DC	3	19		8																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	2	2		26																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	21	4	4	1																																																																																																																								
DC	2	18		10																																																																																																																								
FC	2	1	26	1																																																																																																																								
NC	1	5	1	23																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	27	2		1																																																																																																																								
DC	3	17		10																																																																																																																								
FC	4		25	1																																																																																																																								
NC	1	6	1	22																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	30			1																																																																																																																								
DC		28		1																																																																																																																								
FC			30																																																																																																																									
NC		2		28																																																																																																																								
True Class	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											

Tablo 6. DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcılarının performans değerlendirme sonuçları

Feature Selection Metod	Class. Metod	Accuracy	Sensitivit y	Precision	F-Score	Time
NCA	DA	0,800	0,800	0,571	0,667	2,879
	SVM	0,717	0,800	0,462	0,585	2,753
	RF	0,783	0,767	0,548	0,639	2,429
	RNN	0,858	0,867	0,667	0,754	19,188
mRMR	DA	0,800	0,900	0,563	0,692	1,222
	SVM	0,733	0,767	0,479	0,590	1,774
	RF	0,750	0,733	0,500	0,595	1,765
	RNN	0,925	0,933	0,800	0,862	12,804
rf	DA	0,792	0,867	0,553	0,675	1,164
	SVM	0,733	0,767	0,479	0,590	1,534
	RF	0,758	0,733	0,512	0,603	1,618
	RNN	0,967	0,933	0,933	0,933	14,331

RNN sınıflandırıcısının diğer sınıflandırıcılardan tek dezavantajı işlem süresidir. Ayrıca RNN dışındaki sınıflandırıcıların işlem sürelerine bakıldığında en düşük işlem süresi rf özellik seçim yöntemlerinde (DA 1,164s, SVM 1,534s, RF 1,618) gerçekleşmiştir. İşlem hızı olarak en iyi sınıflandırıcı performansı 1,164s ile rf özellik seçiminde DA sınıflandırıcısına aittir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu makale, kızılötesi görüntüler kullanarak, soğutma sistemlerinde mekanik arızaları teşhis etmek için otomatik arıza tespit çalışması sunmaktadır. Termal görüntüler, 2D-DWT işlemine tabi tutulmuş, ardından NCA, mRMR ve rf yöntemleri ile özellik seçimi gerçekleştirilmiştir. Seçilen öznelikler, sınıflandırma ve performans değerlendirme için DA, SVM, RF ve RNN algoritmalarına sokulmuştur.

Mevcut çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Soğutma sisteminde ki normal ve arıza durumlarında kızılötesi görüntüler arasında farklar belirgin şekilde meydana gelmiş olup, 2D-DWT termal görüntüleri başarıyla ayırtmıştır.
- rf tabanlı öznelik seçiminin, sınıflandırıcıların performansını artırmak için en uygun öznelik vektörünü elde etmede faydalı olduğu bulunmuştur.
- RNN kullanan termal görüntülere dayalı sınıflandırma metodu değerlendirme kriterleri yönünden DA, SVM ve RF'den daha iyi performans göstermiştir.

Sınıflandırma sonuçları arızaları tespit etmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Geleneksel sıcaklık, basınç ve elektriksel ölçümler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, gerçekleştirilen sistemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve hızlı tespit gibi özelliklerinden dolayı uygulanabilir olduğu görülmüştür.

İlerleyen çalışmalar için 2D-DWT özellik oluşturma yönteminin termal görüntülerde tercih edilmesi yerine doku veya sıcaklık bilgilerinin özellik oluşturulması üzerine çalışılması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Erdogmus, F. N., Öder, M., Ezber, A. B., & Kalkan, O. 1 (2023). Investigation of Cooling Systems Faults, Control and Management Models. *Orclever Proceedings of Research and Development*, Cilt 2, s. 68-80.

Kocyigit, N., Bulgurcu, H., & Lin, C.X. (2014). Fault diagnosis of a vapor compression refrigeration system with hermetic reciprocating compressor based on ph diagram. *International journal of refrigeration*, 45 s. 44-54.

Katircioğlu, F., & Cingiz, Z. (2023). Soğutma Sistem Arızalarında Yüzey Sıcaklıklarının Kızılötesi Görüntü İşleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 11, s. 139-156.

Bogdanovská, G., Molnar, V., & Fedorko, G. (2019). Failure analysis of condensing units for refrigerators with refrigerant R134a, R404A. *International Journal of Refrigeration*, 100 s. 208-219.

Wang, Z., Wang, L., Liang, K., & Tan, Y. (2018) Enhanced chiller fault detection using Bayesian network and principal component analysis. *Applied Thermal Engineering*, Cilt 141, s. 898-905.

Soğutma Sistemlerindeki Soğutucu Akışkan Kaçak Tespiti İçin Kızılötesi Görüntüler Üzerinde Pearson Korelasyon Benzerlik Analiz Yönteminin Kullanılması. *Katircioğlu, F., Cingiz, Z., Çay, Yusuf., Gürel, A., & Kolip, A. 2020, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, s. 28-36.

Nasiri, A., Taheri-Garavand, A., Omid, M., & Carlomagno, G. M. (2019). Intelligent fault diagnosis of cooling radiator based on deep learning analysis of infrared thermal images. *Applied Thermal Engineering*, Cilt 163, s. 114410.

Mehta, A., Goyal, D., Choudhary, A., Pabla, B. S., & Belghith, S. (2021). Machine learning-based fault diagnosis of self-aligning bearings for rotating machinery using infrared thermography. *Mathematical Problems in Engineering*, s. 1-15.

- Mi, C., & Lan, W. (2003). Haar Wavelet Transform application in image processing. *Ningxia Engineering Technology*.
- Erbayram, T., & Erisoglu, M. (2021). Yeni bir özellik seçim yöntemi ile özellik seçim yöntemlerinin sınıflama performanslarının karşılaştırılması. *Nicel Bilimler Dergisi*, 3(1), 72-90.
- Peng, H., Long, F., & Ding, C. (2005). Feature selection based on mutual information criteria of max-dependency, max-relevance, and min-redundancy. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 27(8), 1226-1238.
- Yang, W., Wang, K., & Zuo, W. (2012). Neighborhood component feature selection for high-dimensional data. *J. Comput.*, 7(1), 161-168.
- Kononenko, I. (1994, April). Estimating attributes: Analysis and extensions of RELIEF. In *European conference on machine learning* (pp. 171-182). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Fisher, R. A. (1936). The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of eugenics*, 2, Cilt 7, s. 179-188.
- Ricciardi, C., Valente, A. S., Edmund, K., Cantoni, V., Green, R., Fiorillo, A., Picone, I., Santini, S., Cesarelli, M. (2020). Linear discriminant analysis and principal component analysis to predict coronary artery disease. *Health informatics journal*, 3, Cilt 26, s. 2181-2192.
- Lewis, D. N. (2017). *Machine Learning Made Easy with R: An Intuitive Step by Step Blueprint for Beginners*. Kalifornia : CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Vapnik, V. (1999). *The nature of statistical learning theory*. basım yeri bilinmiyor : Springer science & business media.
- Dogru, N., Subasi, A., Jeddah (2018). Traffic accident detection using random forest classifier. 2018 15th Learning and Technology Conference (L T), Saudi Arabia.
- Sarikaya, R., Hinton, G., Deoras, A. (2014) Application of Deep Belief Networks for Natural Language Understanding. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 4, Cilt 22, s. 778-784.
- Random forests. L., Breiman. 1 (2001). *Machine learning*, Cilt 45, s. 5-32.
- Khalilia, M., Chakraborty, S., Popescu, M. (2011). Predicting disease risks from highly imbalanced data using random forest. *BMC medical informatics and decision making*, Cilt 11, s. 1-13.
- Mikolov, T., Karafiát, M., Burget, L., Cernocký, J., & Khudanpur, S. (2010). Recurrent neural network based language model. In *Interspeech* (Vol. 2, No. 3, pp. 1045-1048).
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural computation* 9 (8): 1735-1780.

**AISI 321 PASLANMAZ ÇELİĞİNİN ÇEVRECİ SOĞUTMA/YAĞLAMA KOŞULLARI
ALTINDA TORNALAMA PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF TURNING PERFORMANCE OF AISI 321 STAINLESS STEEL
UNDER ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COOLING/LUBRICATION CONDITIONS**

Doç. Dr. Şenol ŞİRİN

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3629-9003>

Öğr. Gör. Dr. Emine ŞİRİN

*Düzce Üniversitesi, Gümüşova Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Düzce,
Türkiye*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9561-2453>

ÖZET

Bu çalışma, AISI 321 paslanmaz çelik malzemesinin tornalama işlemi esnasında, çevreci soğutma/yağlama koşulları altındaki performansının detaylı bir incelemesini sunmaktadır. AISI 321 malzeme mekanik parçalarda, korozyon direnci ve sürünme dayanımı istenen yerlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. AISI 321 yaygın kullanımının yanında içeriğindeki titanyum (Ti) yüzünden şekillendirme operasyonlarında bazı zorluklarla karşılaşabilmektedir. Sürdürülebilir imalatta işleme verimliliğinin artırılmasının yanında aynı zamanda çevreci soğutma/yağlama kullanılması, atıkların azaltılması ana amaçlar arasındadır. Bu amaç doğrultusunda deneyler, farklı çevreci soğutma/yağlama yöntemlerinin, AISI 321 paslanmaz çeliğin tornalama esnasındaki etkilerini değerlendirmek amacıyla kurgulanmıştır. Çalışma kapsamında çevreci soğutma/yağlama olarak; kuru, minimum miktarda yağlama (MMY), çok duvarlı karbon nanotüp (MWCNT) katkılı nanoakışkan, vorteks yöntemleri tercih edilmiştir. Tornalamada performans kriteri olarak, yüzey kalitesi ve kesme bölgesindeki sıcaklık seçilmiştir. Çalışma sonunda elde edilecek sonuçların, çevreci soğutma/yağlama yöntemlerinin sürdürülebilir üretim hedeflerine uygun bir şekilde, AISI 321 paslanmaz çelik tornalama operasyonunda verimliliği artırabileceğini gösterilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, metal işleme sanayisinde, çevre dostu soğutma yöntemleri benimsemeyi ve malzeme işleme süreçlerini optimize etmeyi amaçlayan mühendislik ve endüstriyel uygulamalara yönelik önemli bir katkı sunması hedeflenmektedir. Deneysel çalışma sonunda kesme sıcaklığı ve yüzey pürüzlülüğünde en iyi performansı MWCNT+Vorteks hibrid koşulu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Çevreci soğutma/yağlama, AISI 321, nanoakışkan, tornalama.

ABSTRACT

This study presents a detailed investigation of the performance of AISI 321 stainless steel material under environmentally friendly cooling/lubrication conditions during the turning process. AISI 321 material is widely used in mechanical parts where corrosion resistance and creep resistance are required. Although AISI 321 is widely used, some difficulties may be encountered in forming operations due to the titanium (Ti) it contains. In addition to increasing processing efficiency in sustainable manufacturing, the use of environmentally friendly cooling/lubrication and reducing waste are among the main objectives. For this purpose, experiments were designed to evaluate the effects of different environmentally friendly cooling/lubrication methods during turning of AISI 321 stainless steel. Within the scope of the study, environmentally friendly cooling/lubrication: dry, minimum quantity lubrication (MQL), multi-walled-carbonnanotube (MWCNT) added nanofluid, and vortex cooling methods were preferred. Surface quality and temperature in the cutting zone were selected as performance criteria in turning. It is thought that the results obtained at the end of the study can show that environmentally friendly cooling/lubrication methods can increase efficiency in AISI 321

stainless steel turning operations in accordance with sustainable production targets. This study aims to make a significant contribution to engineering and industrial applications that aim to adopt environmentally friendly cooling methods and optimize material processing processes in the metal processing industry. At the end of the experimental study, the MWCNT+Vortex hybrid condition showed the best performance in cutting temperature and surface roughness.

Keywords: Ecological cooling/lubrication, AISI 321, nanofluid, turning.

GİRİŞ

Geçmişten günümüze endüstriyel imalat proseslerinde çevre dostu yaklaşımlar arzu edilmektedir [1]. Sürdürülebilir imalat kavramı, ekolojik dengeyi gözeterek imalat proseslerinin veriminin artırılması esasına dayanmaktadır [2]. Metal işleme endüstrisinde çevreci, ekolojik sistemlerin geliştirilmesi, işleme verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öyle ki, soğutma/yağlama yöntemleri, iş parçası ömrü ve verimli işleme süresi, yüzey kalitesi, kesme sıcaklığı vb. performans çıktıları işleme verimliliğini etkileyebilmektedir [3]. Ne var ki metal işleme endüstrisinde soğutma/yağlama yaygın olarak emülsiyon sıvıları ile karşılanmaktadır. Emülsiyon sıvıları %5-10 petrol esaslı yağ ve %90-95 su karışımından oluşmaktadır [4]. Bu emülsiyon kesme sıvıları çevreci olamamakla beraber, biyolojik olarak parçalanmayan, kullanıcı sağlığına ciddi zararlar verebilen bir bileşime sahiptir. Petrol esaslı bu emülsiyonların yerine son yıllarda bitkisel esaslı soğutma/yağlama alternatifleri tercih edilmeye başlanmıştır.

En çevreci yöntem kuru şartlarda olsa da, kesici takım ömrünün kısalığı, kesme bölgesindeki aşırı sıcaklık artışı, yüzey kalitesinde hızlı bozulmalar yüzünden her zaman tercih edilmemektedir [5]. Alternatif yöntemlerin başında yarı kuru işleme olarak adlandırılan, hava-yağın sis buharı biçiminde kesme bölgesine tatbik edildiği minimum miktarda yağlama (MMY) yer almaktadır. MMY yönteminde bir kompresörden gelen basınçlı hava, bitkisel esaslı yağ pülverize edilmekte ve kesme bölgesine (kesici takım, iş parçası ara yüzeyine) bir nozul vasıtasıyla tatbik edilmektedir [6]. Ancak işleme verimliliği açısından emülsiyon kesme sıvısının gerisinde kalması araştırmacıları farklı alternatifler aramaya sevk etmiştir. Katı halde nano boyutlu partiküller yağlayıcı olarak kalıplılık sektöründe farklı uygulamalarla kullanılmakla beraber, termal iletim katsayılarının yüksek olması ve yağlayıcı özellik sergilemesi araştırmacılar tarafından merak uyandırmıştır. Bir sıvı içerisine farklı boyut ve miktarda nanopartiküllerle hazırlanan karışımlara nanoakışkan adı verilmektedir [7]. Genel olarak bir standart olmamasına karşın, literatürde nanoakışkan hazırlamada kullanılan partiküllerin 1-100 nm arasında olması tercih edilmektedir [6]. MMY sisteminde kullanılan farklı türde yağlarla (sentetik, yarı-sentetik, mineral, bitkisel vb.) ilgili yapılan çalışmalarda, bitkisel esaslı yağın daha verimli olduğu ifade edilmiştir [8]. Elde edilen bu bilgiden hareketle, araştırmacılar MMY sisteminde bitkisel esaslı yağ kullanmış ve nanoakışkan karışımları yine bitkisel esaslı yağlar kullanarak hazırlamışlardır. Nanoakışkan kullanarak yapılan metal işleme çalışmaları aşağıda sunulmuştur.

Şencan ve ark., AISI 304 paslanmaz çeliğini kuru, MMY, hacimce %0.5 katkılı nanoakışkan ve %1 katkılı nanoakışkan koşulları altında tornalamışlardır. Çalışmada yüzey pürüzlülük ortalaması (Ra), kesme sıcaklığı ve takım aşınmasını performans kriteri olarak belirlenmiştir. Çalışma sonun da en iyi performansı %0.5 katkılı SiO₂ nanoakışkanı göstermiştir [9]. Demir ve ark., AISI 329 paslanmaz çelik malzemeyi farklı çevreci koşullar altında tornalamışlardır. Yüzey pürüzlülüğü ve kesme sıcaklığının performans kriteri olarak belirlendiği çalışma sonunda, en iyi performansı PVP surfaktan katkılı CuO nanoakışkanı göstermiştir [10].

MMY yöntemi dışında farklı soğutma/yağlama yöntemi olarak kriyojen gazların kullanıldığı CO₂, N₂ yöntemleri ve basınçlı havanın kullanıldığı vorteks kullanılmaya başlanmıştır. CO₂ ve LN₂ kriyojen soğutucu olarak kullanıldıklarında sırasıyla -78 °C ve -140 °C sıcaklıklarda tatbik edilmektedir. Sıvı halde CO₂ ve LN₂ kesme bölgesinde işleme verimliliğinin iyileştirilmesine yardımcı olabilmektedir. Ancak tek başına kullanıldıklarında kesme bölgesinde sıcaklık düşüşüne bağlı iş parçasında sertleşme, plastik deformasyon sıcaklığını istenmeyen düzeylere düşürme vb. bazı olumsuzluklara neden olabilmektedirler. Ancak kompresörden gelen havayı kullanılarak soğutma işlemi yapan Vorteks ekipmanları kriyojenik soğutmanın alternatifi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Vorteks soğutma Bu yüzden özellikle paslanmaz çelik ve türlerinin işlenebilirliğinde dikkatli olunması gerekmektedir.

Şirin, AISI 904L paslanmaz çeliğini kuru, MMY, N₂, MMY+N₂, hegzagonal bor nitrür (hBN) nanoakışkan ve hBN+N₂ koşulları altında tormalamıştır. Araştırmacı kesme sıcaklığında en iyi performansı N₂ koşulu altında elde ettiğini, diğer tüm parametrelerde ise hBN+N₂ koşulunun daha iyi performans gösterdiğini ifade etmiştir [11]. Valić ve ark., X20Cr13 martenzitik paslanmaz çeliğini MMY ve Vorteks koşulları altında tormalamışlardır. Performans kriterinin Ra, Rz ve kesme sıcaklığı olarak belirlendiği çalışmada MMY ile Vorteks koşullarının kombine edildiği MMY+Vorteks koşulunun tüm parametrelerde en iyi performans gösterdiği vurgulanmıştır [12].

AISI 321 paslanmaz çeliği, yüksek mukavemeti, korozyon direnci ve yüksek sıcaklık dayanımı gibi özellikleriyle geniş bir endüstriyel uygulama yelpazesinde kullanılmaktadır. Ancak, bu malzemenin işlenmesi sırasında ortaya çıkan zorluklar, üretim verimliliğini etkileyebilir. Geleneksel soğutma ve yağlama yöntemlerinin yanı sıra çevreci soğutma ve yağlama tekniklerinin, AISI 321 paslanmaz çeliğinin tormalama işlemindeki performansına etkisi henüz yeterince araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, AISI 321 paslanmaz çeliğinin tormalama işleminde çevreci soğutma/yağlama koşullarının etkisini incelemektir. Bu bağlamda, kuru, MMY, çok duvarlı karbon nanotüp (MWCNT) katkılı nanoakışkan, Vorteks, MWCNT+Vorteks soğutma ve yağlama koşullarının iş parçası yüzey kalitesi, kesme sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilecektir. Elde edilecek sonuçlar, çevreci üretim tekniklerinin metal işleme endüstrisinde yaygınlaştırılmasına ve AISI 321 gibi kritik malzemelerin işlenmesinde verimliliği artırmaya yönelik değerli bilgilerin sağlanması amaçlanmıştır.

MALZEME VE YÖNTEM

Deneylerde Kullanılan Malzeme, Kesici Takım ve Tutucu

Deneylerde 45 mm çapında ve 200 mm uzunluğunda AISI 321 paslanmaz çelik malzemesi kullanılmıştır. AISI 321 kimyasal bileşimi Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. AISI 321 kimyasal % kompozisyonu.

Cr	Co	Ti	Mn	Si	N	P	C	Ni	S
18	0.2	0.7	2.0	0.03	9-12	0.04	0.08	11	0.03

Deneylerde CNMG 120408 TF IC807 kesici takım kullanılmıştır. Kesici takım PVD yöntemiyle TiAlN+TiN kaplanmış olup, AISI 321 malzeme için tavsiye edilen ISO M20 standartlarına sahiptir. Her bir deney parametresinde yeni kesici takım kullanılmıştır. Kesici takımları CNC torna tezgahına rijit bağlanmasında TBurst PCLNR 2020 M12-TB kater kullanılmıştır. AISI 321 malzemesi ayna-punta arasına bağlanarak gerekli sıfırlama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Nanoakışkan Karışımlar

Nanoakışkan karışımların hazırlanmasında baz sıvı olarak Opet Fuchs PlantoCut SR 10 (viskozite 10 cSt, yoğunluk 860 kg/m³, parlama noktası 205 °C) bitkisel esaslı yağı kullanılmıştır. Bitkisel esaslı yağ, klor ve ağır metal içermeyen ve biyolojik olarak bozunabilir özel MMY yağıdır. Nanoakışkan hazırlamada tek-adım ve iki-adım yöntemi kullanılabilir [13]. Kullanım kolaylığı ve uygun maliyeti açısından bu çalışmada nanoakışkan hazırlamada iki-adım yöntemi tercih edilmiştir.

Bitkisel esaslı yağın içerisine hacimce %0.75 oranında MWCNT katı partikülleri eklenmiştir. MWCNT partiküllerin özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. MWCNT nanopartükül özellikleri

Yoğunluk (gr/cm ³)	Termal iletim katsayısı (W/m.K)	Çap (nm)	Uzunluk (µm)	Renk	Safılık (%)
1.6	3000	15 nm	7.5	siyah	96<

MWCNT partikülleri bitkisel esaslı yağa eklendikten sonra, sırasıyla mekanik (Daihan HS100D, 750 dev/dak, 1 saat), ultrasonik (Bandelin Sonopuls HD 3200, 200 W, 20 kHz, 30 dak) ve manyetik (Termal N11151, 1500 dev/dak, 2 saat) karıştırıcılarda homojen bir karışım oluşturana kadar belli sürelerle uygulanarak nanoakışkanlar hazırlanmıştır. Nanoakışkan homojene karışımlar için literatürde yüzey aktif ajanları (surfaktan) eklendiği çalışmalar bulunmaktadır [14]. Ancak yine literatür çalışmalarında eklenen bu surfaktanların köpük oluşturduğu, termal iletim katsayısını düşürdüğü ve viskoziteyi artırdığı ifade edilmiştir [15]. Bu çalışmada nanoakışkan karışıma herhangi bir ajan eklenmemiş olup, karışımın hemen sonrasında taze olarak MMY sistemine eklenerek bekletilmeden deneyler gerçekleştirilmiştir.

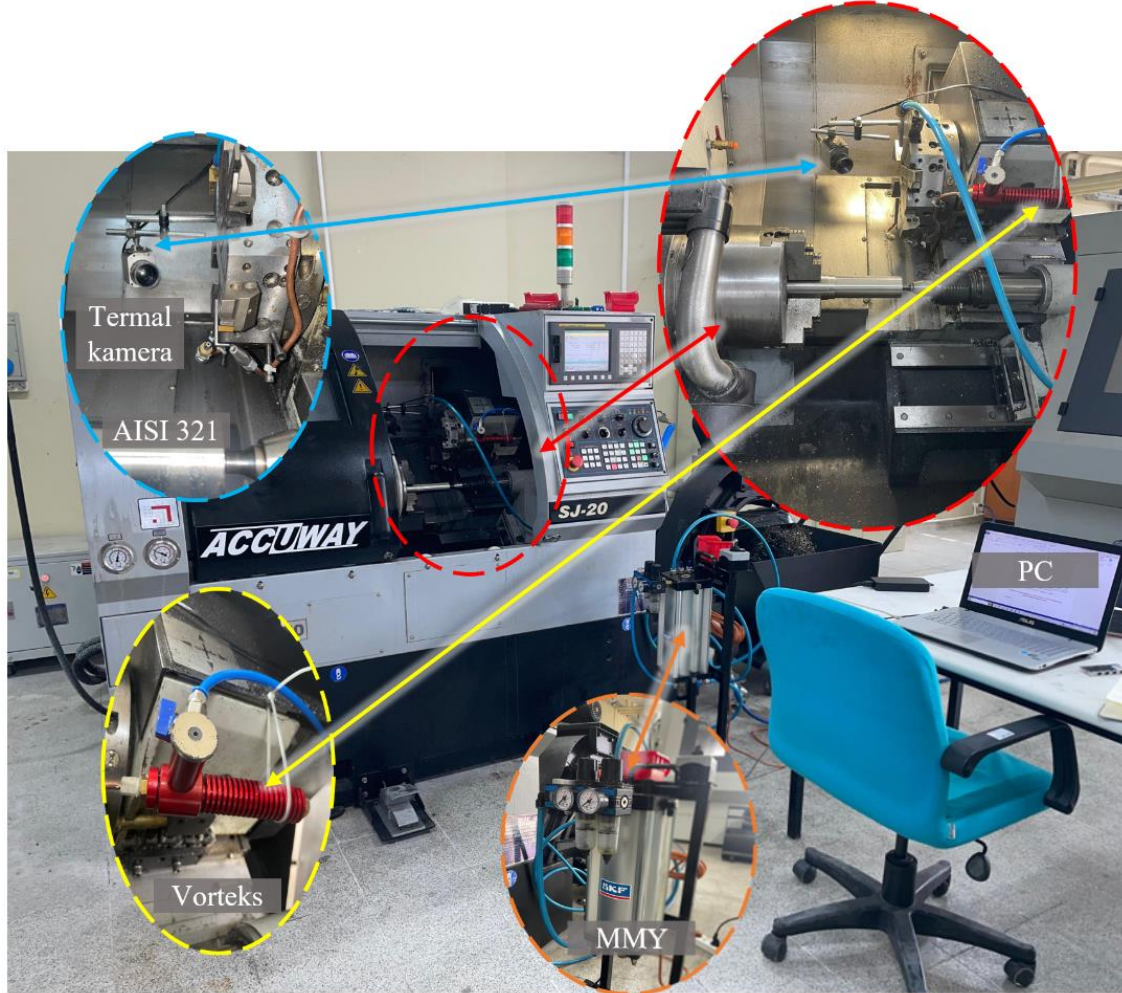
Deneylerde Kullanılan Cihazlar ve CNC Torna

Yüzey pürüzlülüğü özellikle makine imalat endüstrisinde büyük bir öneme sahiptir [16]. Birbiriyle temaslı çalışan makine bileşenlerinde örneğin dişliler, muylular, mil yatak sistemleri vb. pürüzlülük, sürtünme kaynaklı aşınmalarda büyük paya sahiptir. Yüzey pürüzlülük değerlendirmesinde ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) sonuçları dikkate alınmıştır. Ra özellikle metal işleme endüstrisinde, işlenen yüzeylerin kalite karakteristiğini belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır [17]. Yüzey pürüzlülük ölçümleri ISO 4287 standardına göre tornalanan yüzeylerden rastgele alınan stokastik sonuçları esas alınmıştır. Mahr Marsurf PS 10 mobil pürüzlülük ölçer vasıtasıyla tornalanan yüzeylerden 3 farklı ölçüm alınmış ve ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması ile Ra değerleri belirlenmiştir. Her ölçüm öncesi mobil pürüzlülük ölçer, üretici tarafından verilen doğrulama blok mastarı ile kalibre edilmiştir. Mahr Marsurf PS 10 mobil pürüzlülük ölçer değerlendirme mesafesi 4 mm ve örnekleme uzunluğu 0.8 mm olarak alınmıştır. Alınan ölçümler pürüzlülük ölçer hafızasına kaydedilmiş ve sonrasında bilgisayara aktarılmıştır. Ölçüm mesafesine göre elde edilen profil yükseklikleri excel sayfasına aktarılarak grafikler oluşturulmuştur.

Kesici takım, iş parçası ve talaş ara yüzeylerinde sürtünme kaynaklı sıcaklık oluşumları kaçınılmazdır. Kesme bölgesi 3 farklı deformasyon bölgesine ayrılmıştır. Bunlar 1. kesme, 2. kesme ve 3. kesme bölgeleridir. Kesme bölgelerindeki sıcaklığın %80'i talaşla tahliye olup, %10'u iş parçasına ve geriye kalan %10'u ise kesici takıma etki etmektedir [18]. Bu yüzden özellikle kesme bölgesindeki plastik deformasyona bağlı sıcaklığın kontrol altına alınması ve görüntülenmesi önemlidir. Bu çalışmada kesme bölgesindeki sıcaklığın azami değerinin tespit edilmesinde -20 ile 900 °C ölçüm aralığına sahip Optris PI 450 kızıl ötesi termal kamera kullanılmıştır. Termal kamera emisivite değeri üretici firma katalog değerleri esas alınarak $\epsilon = 0.5$ tercih edilmiştir. Termal kamera kesme bölgesinden gelebilecek talaş, yağ vb. olumsuz durumlara karşın 300 mm mesafede konumlandırılmıştır.

Tornalama deneyleri Accuway JT150 CNC torna tezgahında gerçekleştirilmiştir. CNC torna tezgahı azami devri 4000 dev/dak olup, Fanuc işletim sistemine sahiptir. Deneysel çalışma öncesi tezgah yağ basınçları kontrol edilerek tüm deneylerde ayna, punta basıncı ve punta mesafesi sabit alınmıştır. Deneysel çalışmada kesici takım üreticisinin tavsiyesi üzerine kesme parametreleri; kesme hızı Vc 250 m/dak, ilerleme f 0.22 mm/dev ve kesme derinliği 1 mm olarak alınmıştır. MMY deneylerinde SKF Vario model cihaz kullanılmıştır. MMY cihaz basıncı 8 bar, nozul çapı 2 mm, debi 60 mL/saat ve kesme bölgesine mesafesi 25 mm olarak ayarlanmıştır. Tüm deneylerde MMY cihaz ayarları sabit tutulmuştur.

Soğutma deneylerinde Vorteks soğutucu kullanılmış olup, 8 bar hava basınç girişiyle sıcak ve soğuk hava ayrıştırılmıştır. Elde edilen soğuk hava ise 6 mm çapındaki bakır bir hortum ve ucunda 3 mm çapında nozul vasıtasıyla kesme bölgesine ulaştırılmıştır. Deney seti, kurulumu, cihazlar ve ekipmanlar Şekil 1’de verilmiştir.

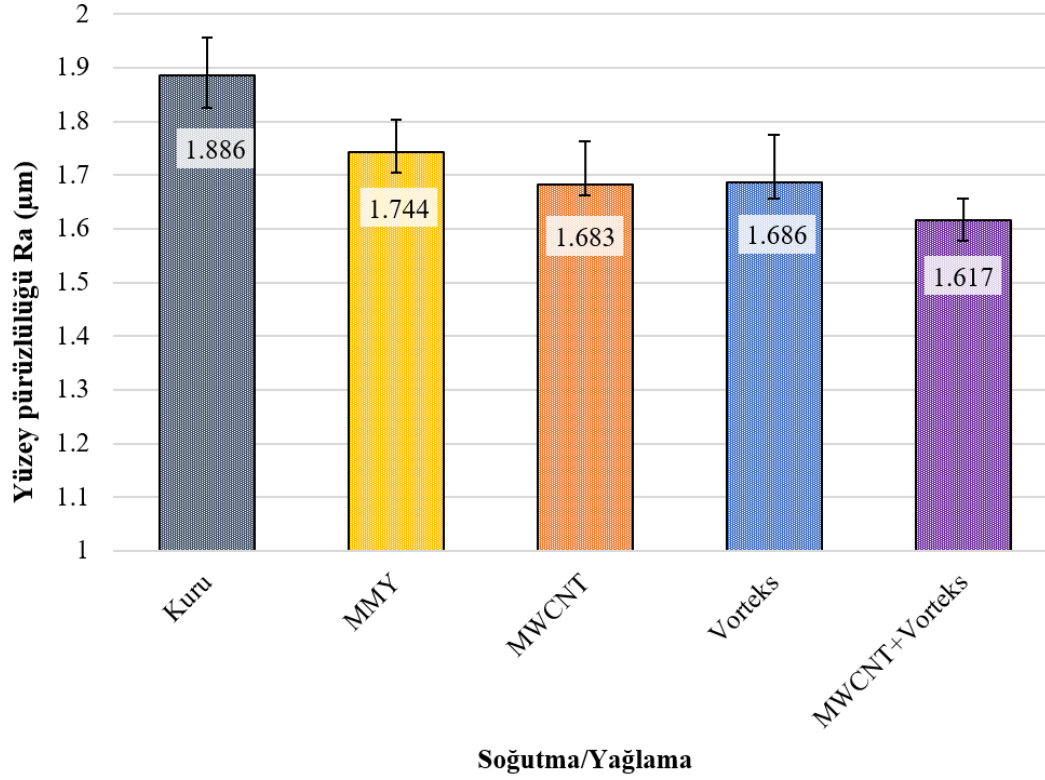


Şekil 1. Deney seti

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

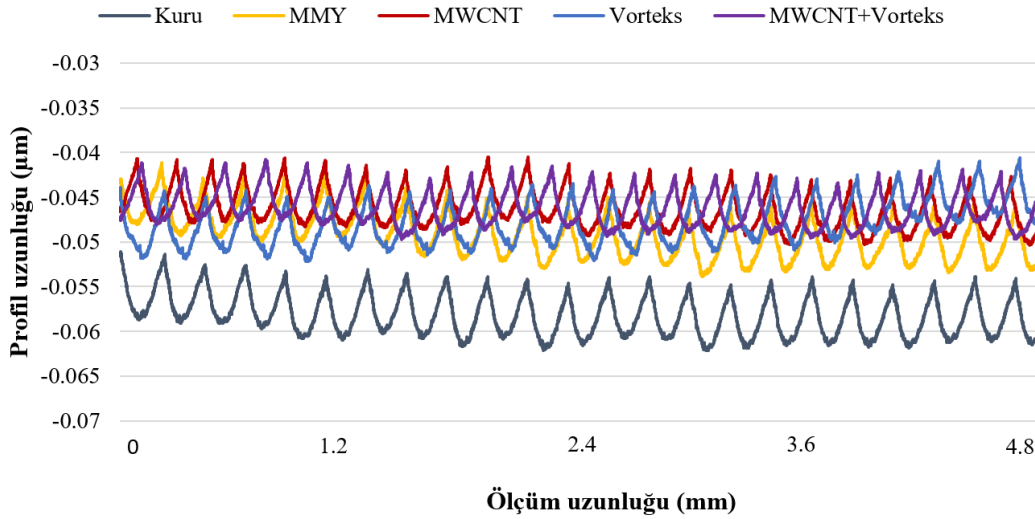
Yüzey Pürüzlülük Ra Sonuçları

Tornalama deneyleri sonucunda işlenen yüzeylerden elde edilen Ra pürüzlülük sonuçları Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde en yüksek Ra değerinin (1.886 μm) kuru koşulda elde edildiği anlaşılmaktadır. En düşük Ra değeri ise MWCNT+Vorteks (1.617 μm) hibrid koşulda elde edilmiştir. Yani kuru koşula göre Ra pürüzlülük değeri %14.26 oranında azalmıştır. Bu azalma MWCNT koşulunun yağlama ve Vorteks koşulunun etkin soğutma verimliliği ile açıklanabilir. Nano boyuttaki partiküller bir emülsiyon içerisinde kesme bölgesine sevk edildiklerinde bazı mekanizmalar oluşturabilmektedirler. Nanoakışkanlar tamir, parlatma, yuvarlanma, tabakalar arası kayma, tribolojik film tabakası oluşturma ve yastıklama olmak üzere farklı mekanizmalar gösterebilmektedir [19]. MWCNT+Vorteks hibrid koşullarında sonra etkili koşulun MWCNT koşulu olması bu durumu doğrulamaktadır. MWCNT koşulu kuru ve MMY koşullarına göre Ra değerini sırasıyla %10.76 ve %3.50 oranında azaltmıştır. MWCNT koşulu ile Vorteks koşulu arasında az bir fark olsa da (%0.18) yine de MWCNT daha iyi performans sergilediği anlaşılmaktadır. Bu durum Şekil 3 yüzey pürüzlülük trendinde görülmektedir.



Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü Ra sonuçları

Şekil 3 incelendiğinde 4.8 mm ölçüm uzunluğu boyunca pürüzlülük ölçer stylus ucun izlediği profiller açıkça görülmektedir. Kuru koşulda daha derin profiller elde edilirken bunu sırasıyla MMY, Vorteks, MWCNT ve MWCNT+Vorteks takip etmiştir. Benzer şekilde literatürde yapılan çalışmalarda hibrid koşulların daha iyi performans gösterdiği ifade edilmiştir [20].

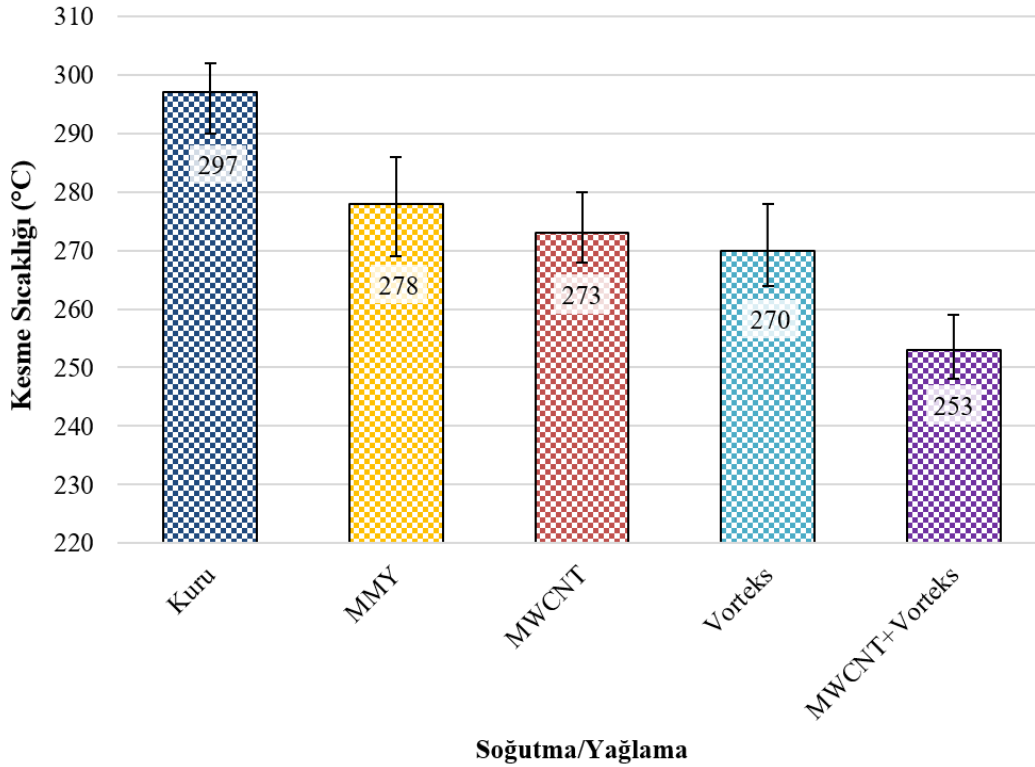


Şekil 3. Ölçüm uzunluğu 4.8 mm boyunca elde edilen yüzey pürüzlülüğü profili

Kesme Sıcaklığı T Sonuçları

Metal işleme endüstrisinde kesme işlemlerinde sürtünme kaynaklı sıcaklık oluşumları kaçınılmazdır [21]. Bu yüzden kesme sıcaklığının kontrol altına alınması gerekmektedir. Tornalama esnasında termal kameradan elde edilen görüntülerden oluşturulan kesme sıcaklığı değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde en yüksek kesme sıcaklığı (297 °C) beklenildiği üzere herhangi bir soğutma/yağlama koşulunun olmadığı kuru koşulda elde edilmiştir. En düşük kesme sıcaklığı ise MWCNT+Vorteks (253 °C) koşulunda elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, Vorteks (270 °C), MWCNT

(273 °C) ve MMY (278 °C) koşulları takip etmiştir. Bir başka ifadeyle MWCNT+Vorteks hibrid koşulu kuru, MMY, MWCNT ve Vorteks koşullarına göre sırasıyla kesme sıcaklığını %14.81, %9, %7.32 ve %6.30 oranında azaltmıştır. Katı halde nanopartiküller üstün termal iletim katsayılarına sahiptir. Nanopartiküller eklendikleri sıvıların termal iletim katsayılarını ve yağlayıcılık özelliklerini arttırmaktadırlar. MMY sisteminde hava ile pülverize olan nanoakışkanlar kesme bölgesine basınçlı sis buharı şeklinde ulaşmaktadır. Sis buharı şeklinde ulaşan nanoakışkan kesici takım-iş parçası-talaş ara yüzeylerde etkin tribo film tabakası oluşturmaktadır. Bu sayede sürtünmeyi azaltıcı etki göstermektedir [22]. MWCNT nanoakışkanın yağlama ve soğutma kabiliyeti sayesinde kesme sıcaklığı kuru ve MMY koşullarına göre %8.08 ve %1.80 oranında azalmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürle paralellik göstermekle beraber kuru ve MMY koşullarına göre nanoakışkan koşulu nispeten daha iyi kesme sıcaklığı performansı sergilemiştir. Vorteks sisteminde basınçlı hava genişletilerek kesme bölgesine soğuk hava olarak tatbik edilmektedir. Bu sayede kesme bölgesinde oluşan sıcaklıklar düşük seviyelerde gerçekleşebilmektedir. Öyle ki Vorteks koşulu kuru, MMY, MWCNT koşullarına göre kesme sıcaklığını %9.09, %2.88 ve %1.10 oranlarında azaltmıştır. MWCNT nanoakışkanın yağlama ve Vorteks koşulunun soğutma performansının kombine edildiği MWCNT+Vorteks koşulunda kesme sıcaklığı en düşük değeri elde edilmiştir. Literatür çalışmalarında kriyojenik ve Vorteks soğutmanın nanoakışkan koşullarla hibrid birleşiminde daha iyi kesme sıcaklığı performansı göstermesi bu durumu doğrulamaktadır [23].



Şekil 4. Kesme bölgesindeki azami sıcaklık sonuçları

GENEL DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışmada AISI 321 paslanmaz çelik malzemesi çevreci soğutma/yağlama koşulları altında tormalanmıştır. Bu amaçla MWCNT nanopartikülüyle bitkisel esaslı yağ karışımından nanoakışkan hazırlanmıştır. Vorteks soğutmanın sisteme dahil edilmesiyle deneyler 250 m/dak kesme hızında, 0.22 mm/dev ilerlemede ve 1 mm kesme hızında gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ve kesme sıcaklığının işleme performans kriteri olarak belirlendiği çalışmada elde edilen sonuçlara aşağıda değinilmiştir.

- Yüzey pürüzlülüğü ortalama değeri Ra sonuçlarına göre en düşük pürüzlülük değeri (1.617 μm) MWCNT+Vorteks hibrid koşulunda elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, MWCNT (1.683 μm), Vorteks (1.686 μm), MMY (1.744 μm) ve nihayetinde kuru (1.8886 μm) koşullar takip etmiştir.
- Kesme sıcaklığı sonuçlarına göre, en yüksek kesme sıcaklığı değeri kuru koşulda (297 °C) elde edilmiştir. En düşük kesme sıcaklığı (253 °C) ise kuru koşula göre %14.81 oranında azalmayla MWCNT+Vorteks hibrid koşulunda elde edilmiştir.

Yapılan deneysel çalışma genel manada değerlendirildiğinde, AISI 321 paslanmaz çelik malzeme çevreci koşullar altında başarılı bir şekilde tormalanmıştır. En iyi performansı MWCNT nanoakışkanı ve Vorteks ile kombine edilen MWCNT+Vorteks hibrid koşulu göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Yücel A, Yıldırım ÇV, Sarıkaya M, Şirin Ş, Kıvak T, Gupta MK, et al. Influence of MoS₂ based nanofluid-MQL on tribological and machining characteristics in turning of AA 2024 T3 aluminum alloy. *J Mater Res Technol* 2021;15:1688–704. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2021.09.007>.
- [2] Şirin Ş. Sustainable Materials and Manufacturing Technologies. In: Khanna N, Gajrani KK, Giasin K, Davim JP, editors. 1st ed., CRC Press; 2023, p. 125–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781003291961>.
- [3] Yıldırım ÇV. Waspaloy Süper Alaşımının Farklı Soğutma Teknikleri Kullanarak Frezeleme Yöntemi ile İşlenebilirliğinin İncelenmesi. Düzce Üniversitesi, 2017.
- [4] Yıldırım ÇV, Şirin Ş, Kıvak T. Waspaloy Süper Alaşımının Frezelenmesinde Nanopartikül Katkılı Yağlamanın Takım Aşınması Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol Derg* 2019;7:466–76.
- [5] Şirin E, Kıvak T, Yıldırım ÇV. Effects of mono/hybrid nanofluid strategies and surfactants on machining performance in the drilling of Hastelloy X. *Tribol Int* 2021;157:106894. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.106894>.
- [6] Gupta MK, Song Q, Liu Z, Sarıkaya M, Jamil M, Mia M, et al. Environment and economic burden of sustainable cooling/lubrication methods in machining of Inconel-800. *J Clean Prod* 2021;287:125074. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125074>.
- [7] Sharma AK, Singh RK, Dixit AR, Tiwari AK. Novel uses of alumina-MoS₂ hybrid nanoparticle enriched cutting fluid in hard turning of AISI 304 steel. *J Manuf Process* 2017;30:467–82. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2017.10.016>.
- [8] Yıldırım ÇV, Kıvak T, Sarıkaya M, Erzincanlı F. Determination of MQL Parameters Contributing to Sustainable Machining in the Milling of Nickel-Base Superalloy Waspaloy. *Arab J Sci Eng* 2017;42:4667–81. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2594-z>.
- [9] Çakır Şencan A, Şirin Ş, Selayet Saraç EN, Erdoğan B, Koçak MR. Evaluation of machining characteristics of SiO₂ doped vegetable based nanofluids with Taguchi approach in turning of AISI 304 steel. *Tribol Int* 2024;191:109122. <https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2023.109122>.
- [10] DEMİR İ, KIVAK T, ŞİRİN Ş. AISI 329 Paslanmaz Çeliğin Frezelenmesinde Farklı Surfaktan Katkılı CuO Nanoakışkanların Performans Değerlendirmesi. *Manuf Technol Appl* 2022;3:9–21. <https://doi.org/10.52795/MATECA.1135978>.
- [11] Şirin Ş. AISI 904L Süper Dupleks Paslanmaz Çeliğin Tormalanmasında MMY, hBN ve N₂ Soğutma/Yağlama Koşullarının Performans Değerlendirmesi. *Int J Innov Eng Appl* 2022;6:103–10. <https://doi.org/10.46460/IJIEA.1064021>.
- [12] Soni H, Gur Köklü U, Özbek O, Şterpin G, Vali'c V, Kostadin T, et al. Sustainable Machining: MQL Technique Combined with the Vortex Tube Cooling When Turning Martensitic Stainless Steel X20Cr13. *Mach* 2023, Vol 11, Page 336 2023;11:336. <https://doi.org/10.3390/MACHINES11030336>.

- [13] Şen N, Şirin Ş, Kıvak T, Civek T, Seçgin Ö. A new lubrication approach in the SPIF process: Evaluation of the applicability and tribological performance of MQL. *Tribol Int* 2022;171:107546. <https://doi.org/10.1016/J.TRIBOINT.2022.107546>.
- [14] Yang B, Shi Y, Ma XQ, Yu XH. Effects of mixed anionic/cationic surfactants on ZnO nanofluid. *J Mol Liq* 2023;377:121530. <https://doi.org/10.1016/J.MOLLIQ.2023.121530>.
- [15] Kıvak T, Sarıkaya M, Yıldırım ÇV, Şirin Ş. Study on turning performance of PVD TiN coated Al₂O₃+TiCN ceramic tool under cutting fluid reinforced by nano-sized solid particles. *J Manuf Process* 2020;56:522–39. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.05.017>.
- [16] Zhang SJ, To S, Wang SJ, Zhu ZW. A review of surface roughness generation in ultra-precision machining. *Int J Mach Tools Manuf* 2015;91:76–95. <https://doi.org/10.1016/J.IJMACHTOOLS.2015.02.001>.
- [17] Sarıkaya M, Gupta MK, Tomaz I, Pimenov DY, Kuntoğlu M, Khanna N, et al. A state-of-the-art review on tool wear and surface integrity characteristics in machining of superalloys. *CIRP J Manuf Sci Technol* 2021;35:624–58. <https://doi.org/10.1016/J.CIRPJ.2021.08.005>.
- [18] Cagan SC, Venkatesh B, Buldum BB. Investigation of surface roughness and chip morphology of aluminum alloy in dry and minimum quantity lubrication machining. *Mater Today Proc* 2020;27:1122–6. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.01.547>.
- [19] Akıncioğlu S, Şirin Ş, Akıncioğlu S, Şirin Ş. Evaluation of the tribological performance of the green hBN nanofluid on the friction characteristics of AISI 316L stainless steel. *Ind Lubr Tribol* 2021;73:1176–86. <https://doi.org/10.1108/ILT-04-2021-0140>.
- [20] Yıldırım ÇV, Kıvak T, Sarıkaya M, Şirin Ş. Evaluation of tool wear, surface roughness/topography and chip morphology when machining of Ni-based alloy 625 under MQL, cryogenic cooling and CryoMQL. *J Mater Res Technol* 2020;9:2079–92. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.12.069>.
- [21] Debnath S, Reddy MM, Yi QS. Environmental friendly cutting fluids and cooling techniques in machining: A review. *J Clean Prod* 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.071>.
- [22] Yıldırım ÇV, Sarıkaya M, Kıvak T, Şirin Ş. The effect of addition of hBN nanoparticles to nanofluid-MQL on tool wear patterns, tool life, roughness and temperature in turning of Ni-based Inconel 625. *Tribol Int* 2019;134:443–56. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.02.027>.
- [23] Yıldırım ÇV, Şirin Ş, Dağlı S, Salvi H, Khanna N. Analysis of machinability and sustainability aspects while machining Hastelloy C4 under sustainable cutting conditions. *Sustain Mater Technol* 2023;38:e00781. <https://doi.org/10.1016/J.SUSMAT.2023.E00781>.

**ELEKTRON TƏHSİL MƏLUMAT BAZASININ MÜHAFİZƏ SƏVIYYƏSİNİN
KRIPTOQRAFIK ALQORITMLƏRİNİN PYTHON-DA PROQRAM REALİZASIYASI
PROGRAM IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS OF SECURITY
LEVEL OF ELECTRONIC EDUCATION DATABASE IN PYTHON**

Rasmiyyə AMİRASLANOVA

Mingachevir State University, Azerbaijan

Dissertation student of Azerbaijan State Pedagogical University

ORCID ID: 0000-0001-5181-706

XÜLASƏ

İnformasiya təhlükəsizliyi bugünkü rəqəmsal cəmiyyətdə şəxsi və məxfi məlumatların mühafizəsini təmin etmək üçün getdikcə daha çox mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Rəqəmsal texnologiyaların inkişafı və insanların onlayn fəaliyyətlərinin sayının artması ilə informasiya təhlükəsizliyinə təhdidlərin sayı da artır. Sosial şəbəkələr, onlayn alış-veriş, onlayn bankçılıq və digər internet saytları istifadəçilər haqqında çoxlu məlumat, o cümlədən onların şəxsi məlumatları, maliyyə məlumatları və digər həssas məlumatları toplayır. Bu məlumat fırıldaqçılıq, oğurluq və digər cinayətlər üçün təcavüzkarlar tərəfindən ələ keçirilə və ya istifadə edilə bilər. Buna görə də qurğuların təhlükəsizliyinə nəzarət etmək və güclü parollardan istifadə etmək, şəxsi məlumatların internetdə tanımadığı şəxslərlə paylaşmamaq, yalnız etibarlı və təhlükəsiz saytlara daxil olmaq vacibdir. Bu prosedurları müasir interaktiv üsullardan istifadə etməklə təmin etmək olar. İnformasiya təhlükəsizliyi və kompüter riyaziyyatı bir-biri ilə sıx bağlıdır, çünki kompüter riyaziyyatı alqoritmlər və informasiya təhlükəsizliyi sistemləri yaratmaq üçün istifadə olunan fundamental bir sahədir. Kompüter riyaziyyatı məlumatların şifrələnməsi və deşifrə alqoritmlərinin işlənilməsi, həmçinin informasiya təhlükəsizliyi sistemlərində zəifliklərin təhlili üçün riyazi əsas təmin edir. Bundan əlavə, kompüter riyaziyyatı müxtəlif proqram və xidmətlərdə təhlükəsizliyi təmin etmək üçün istifadə edilən autentifikasiya və avtorizasiya sistemlərinin inkişafında əsas rol oynayır. Konfidensial məlumatları saxlayan, emal edən və ötürən kompüter sistemləri və şəbəkələri adi kompüterlərdə həlli çətin və ya qeyri-mümkün olan riyazi məsələlərin həlli üçün də istifadə olunur. Bu zaman kompüter riyaziyyatından bu məsələlərin həllinə imkan verən xüsusi alqoritmlər və üsullar yaratmaq olar. Ona görə də, təqdim olunan məqalədə məlumatların mühafizəsi üçün kriptografik alqoritmlərin istifadəsinə xüsusi diqqət yetirilməklə, informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsində kompüter riyaziyyatının rolu nəzərdən keçirilir. İnformasiya təhlükəsizliyinə müasir təhdidlər təsvir edilir, həmçinin riyazi metodlardan istifadəyə əsaslanan AES təhlükəsizlik alqoritmı təklif olunur. Sonda xüsusi tətbiqlər üçün təklif olunan alqoritmın üstünlükləri və çatışmazlıqları təhlil edilir və təklif olunan üsulun qiymətləndirilməsi yerinə yetirilir.

Açar sözlər: İnformasiya təhlükəsizliyi, şifrələnmə alqoritmləri, kompüter riyaziyyatı, kriptografiya, e-ticarət, onlayn bankçılıq

ABSTRACT

Information security is increasingly important in today's digital society to ensure the protection of personal and confidential information. With the development of digital technologies and the increase in the number of people's activities online, the number of threats to information security is also increasing. Social networks, online shopping, online banking and other websites collect a lot of information about users, including their personal information, financial information and other sensitive information. This information can be intercepted or used by attackers for fraud, theft and other crimes. Therefore, it is important to control the security of devices and use strong passwords, not to share personal information with strangers on the Internet, and to access only trusted and secure sites. These procedures can be provided using modern interactive methods. Information security and computer

mathematics are closely related because computer mathematics is a fundamental field used to create algorithms and information security systems. Computer mathematics provides a mathematical basis for developing data encryption and decryption algorithms, as well as for analyzing vulnerabilities in information security systems. In addition, computer mathematics plays a key role in the development of authentication and authorization systems used to ensure security in various applications and services. Computer systems and networks that store, process, and transmit confidential information are also used to solve mathematical problems that are difficult or impossible to solve on conventional computers. At this time, it is possible to create special algorithms and methods that allow solving these problems from computer mathematics. Therefore, the presented article reviews the role of computer mathematics in ensuring information security, with a special emphasis on the use of cryptographic algorithms for data protection. Modern threats to information security are described, and AES security algorithm based on the use of mathematical methods is proposed. Finally, the advantages and disadvantages of the proposed algorithm for specific applications are analyzed and the proposed method is evaluated.

Keywords: Information security, encryption algorithms, computer mathematics, cryptography, e-commerce, online banking

KARGO DRONE TASARIMI VE KABİLİYETLERİNİN İNCELENMESİ
REVIEW OF CARGO DRONE DESIGN AND CAPABILITIES

Enes ÖZEN

*Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği,
Gaziantep, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7816-2374>

Tuğrul OKTAY

*Prof. Dr.Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği, Kayseri,
Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4860-2230>

ÖZET

Bu çalışmada 5 desi/0.5 kg kargo taşıyabilen Quadrotor tasarımı yapıldı. Dört rotorlu döner kanatlı hava aracı olup, gövdesi; birbine hareketli bir mekanizma ile bağlantılı iki koldan oluşmaktadır. Kolları arasındaki açı ve kolların boyu değişebilmektedir. Başlangıç durumunda rotor merkezlerinin birbirine uzaklığı eşit ve 225 mm'dir. Şekil değiştirebilen quadrotorun geometrisindeki değişim, pervaneleri tahrik eden rotorların ağırlık merkezine olan uzaklığını değiştirmektedir. Kollar birbirlerinden bağımsız 40 mm uzayıp kısalırken göbek açısı 60° ile 90° arasında değişip, yan al daralmaktadır. Şekil değişikliğinin etkilerinin incelendiği farklı misyonlar için ileri ve yan al uçuş otopilot tasarlandı. Uçuş performansını simülasyon ortamında incelendi, gerçek uçuş değerleri ile karşılaştırıldı. PID kontrolcü kullanılarak geliştirilen otopilot, farklı konfigürasyonlarda hava aracının kontrollünü sağladı elde edilen değerler bu durumu kanıtlar niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Uçuş Performansı, Şekil Değişikliği, Kargo Drone

ABSTRACT

In this study, a Quadrotor design that can carry 5 deci/0.5 kg cargo was made. It is a four-rotor rotary wing aircraft and its body is; It consists of two arms connected to each other by a moving mechanism. The angle between the arms and the length of the arms can change. In the initial state, the distance between the rotor centers is equal and 225 mm. The change in the geometry of the deformable quadrotor changes the distance of the rotors that drive the propellers to the center of gravity. While the arms lengthen and shorten by 40 mm independently of each other, the belly angle varies between 60° and 90° and narrows laterally. A forward and lateral flight autopilot was designed for different missions where the effects of shape change were examined. Flight performance was examined in a simulation environment and compared with real flight values. The autopilot developed using the PID controller enabled control of the aircraft in different configurations. The obtained values prove this.

Keywords: Flight Performance, Morphing, Cargo Drone

GİRİŞ

Yaygın olarak drone olarak bilinen insansız hava aracı (İHA), müşterilere mal tesliminde hız, esneklik ve kolaylık avantajı sunuyor. Özellikle sıkıcı, tehlikeli veya kirli görevler için kullanışlıdır [1]. Teslimat drone'ları paket, gıda, ilaç veya diğer malları taşımak için kullanılan insansız hava araçlarıdır (İHA). Hızlı ve verimli teslimata yönelik yüksek talep nedeniyle drone teslimat sistemi, zamanında teslimatlar ve özellikle acil durum yönetimi için etkili bir çözüm olabilir [2]. Son yıllarda kargoların drone ile teslim edilmesi için tasarlanan çeşitli teknolojilerde, öncelikle endüstriyel çabaların etkisiyle önemli ilerlemeler kaydedildi. Bu dronlar havadan, denizden veya karadan olabilir [3]. Şekil

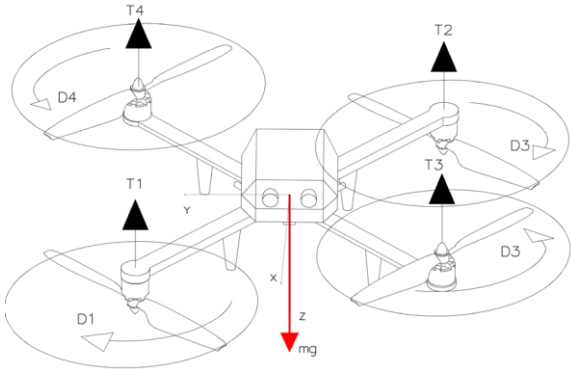
değiştirebilen drone'lar, klasik sabit yapıya sahip drone'lara göre çeşitli avantajlar sunabilir ve belirli görevler için daha etkili hale gelebilirler [4]. Şekil değiştirebilen kargo drone'ların temel amacı, taşıma kapasitesini artırmaktır. Değişen geometri sayesinde, drone farklı boyut ve ağırlıktaki yükleri daha etkin bir şekilde taşıyabilir. Bu özellik, özellikle büyük ve ağır yüklerin taşınması gereken durumlarda oldukça önemlidir. Drone'un şeklini değiştirme yeteneği, farklı görevlere uyum sağlama kapasitesini artırır. Örneğin, arama kurtarma operasyonları için daha hızlı ve manevra kabiliyeti yüksek bir yapıya sahip olabilirken, tıbbi malzeme taşıma için daha stabil ve güvenli bir yapı olabilir. Değişken geometri, drone'un istikrarını artırabilir ve farklı uçuş koşullarına uyum sağlayabilir. Aynı zamanda, drone'un manevra kabiliyetini artırarak dar alanlarda uçuş yapma yeteneğini iyileştirebilir. Şekil değiştirebilen kargo drone'lar, uzun mesafe teslimatlarında veya şehir içi teslimatlarında kullanılabilirler. Bu durumlarda, hızlı ve verimli bir şekilde büyük miktarlarda malzeme veya paket taşımak önemlidir. Bu tür drone'lar, havacılık teknolojisinin ileri seviyelere taşınmasına katkıda bulunabilir. Yenilikçi tasarım ve kontrol sistemleri geliştirerek, drone teknolojisinin geleceğini şekillendirebilirler. Şekil değiştirebilen drone'lar, belirli görevlerde daha az enerji tüketebilir ve bu da çevre dostu uçuşlar sağlayabilir. Bu, özellikle uzun süreli veya yoğun kullanımlarda önemli bir avantajdır. Multirotorlar, yük türüne bağlı olarak taşıma, araştırma, keşif ve hayat kurtarma gibi çeşitli görevlerde etkin bir şekilde uygulanabiliyor. Bununla birlikte, çoklu rotorların doğasından dolayı, çoklu rotora yüklenen yük, konumu ve ağırlığı açısından sınırlıdır ve bu, çoklu rotorun çeşitli alanlarda kullanılması durumunda büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır [5]. Bu yazıda, bir geçiş dört rotorlu sistem kullanarak yük konumu ve ağırlık üzerindeki kısıtlamaları büyük ölçüde geliştiren yeni bir yöntem öneriyoruz. Yöntemimiz, dronun ağırlığını, ağırlık merkezi konumunu ve yüke bağlı olarak değişen atalet tensörünü gerçek zamanlı olarak tahmin edebiliyor ve verimli ve istikrarlı uçuş için en uygun morfolojiyi belirleyebiliyor. Uçuş dinamiklerindeki değişimi faydalı yük ve geçiş yoluyla yansıtabilen uyarlanabilir bir kontrol yöntemi de sunulmaktadır.

Çalışmanın genel amacı, şekil değiştirebilen kargo drone'un (quadrotor) tasarımını ve geometrisini detaylı bir şekilde ele almıştır. Drone'un gövde yapısı, kollar arasındaki açı ve uzunlukları gibi önemli özellikler incelenmiştir. Drone'un şekil değişimini kontrol etmek için kullanılan PID (Proportional-Integral-Derivative) kontrolcülerinin tasarımı ve ayarları ele alınmıştır. Uçuş stabilitesi ve güvenliği için gelişmiş kontrol sistemleri üzerinde durulmuştur. Çalışma, drone'un farklı misyonlara uyum sağlayabilmesi için tasarlanan değişken geometri özelliklerini vurgulamıştır. Bu özellikler, drone'un taşıma kapasitesini, manevra kabiliyetini ve uçuş performansını optimize etmektedir. Tasarlanan drone'un simülasyon ortamında incelenmesi ve elde edilen sonuçların gerçek uçuş değerleriyle karşılaştırılması çalışmanın önemli bir parçasıdır. Bu sayede tasarlanan drone'un gerçek dünya koşullarında nasıl performans göstereceği değerlendirilmiştir.

TASARIM VE YAPI

Quadrotorun Genel Yapısı Ve Bileşenleri

Döner kanatlı hava aracı 4 rotorlu olup, her rotor pervaneleri tahrik ederek aerodinamik kuvvet üretir [6]. Üretilen kuvveler hava aracının z eksenini boyunca yukarı doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Üretilen kuvvet, hava aracının ağırlığına eşit olduğu durumda hava da asılı durumda porzisyonunu koruyacaktır. Şekil 1 de gösterildiği gibi öndeki rotolar 1 ve 3 ile arkadaki rotolar 2 ve 4 ile numaralandırıldı.

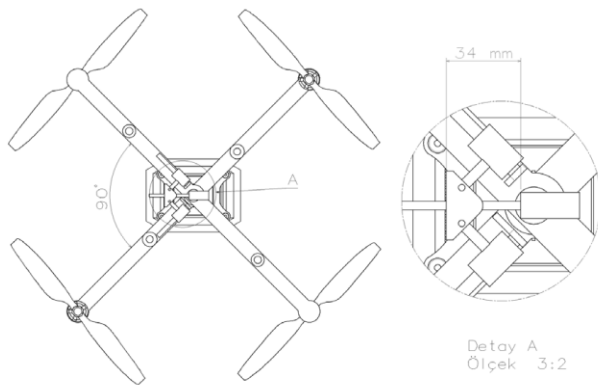


Şekil 1. Quadrotorun yapısı

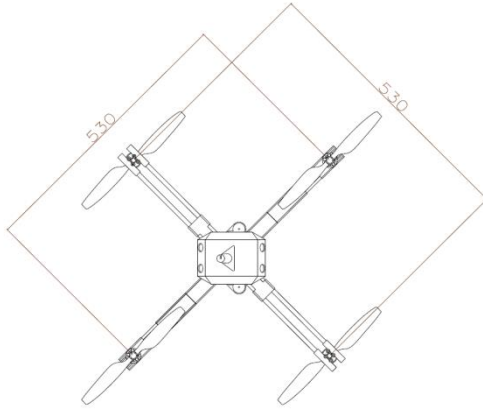
Rotorların dönüş hızları üretilen kuvvetleri belirlemektedir. 1 ve 3 numaralı rotorların dönüş hızları 2 ve 4 numaralı rotordan daha yüksek olduğunda hava aracı x eksenini boyunca geriye doğru hareket ederken yunuslama negatif yunuslama hareketi gerçekleştirilir. 1 ve 4 numaralı rotorların dönüş hızları 2 ve 3 numaralı rotordan daha yüksek olduğunda yuvarlanma hareketi gerçekleştirilir ve y eksenini boyunca hareket eder. Görüldüğü üzere hava aracı 6 serbestlik dereceli hareket kabiliyetine sahip, bunlar 3 doğrusal ve 3 açısal harekettir. Sabit kanatlı hava araçlarında 3 boyutlu uzayda gerçekleştirilen hareketler için kontrol yüzeylerine ihtiyaç vardır. Çok rotorlu döner kanatlı hava araçları kontrol yüzeylerine ihtiyaç duymaz, hareketlerini rotorların hızlarını kontrol ederek gerçekleştirir. Her rotorun hızının kontrol edilebilmesi için, üzerinde ivmeölçer ve gyroscope bulunan uçuş bilgisayarlarına ihtiyaç vardır [7]. Rotorların dönüş hızlarının belirlenmesi yerden gönderilen komutlar veya otonom uçuş sırasında kılavuzluk sisteminin oluşturduğu komutların uçuş kontrolcüsü tarafından rotora sinyal olarak gönderilmesi ile elde edilir [8].

Değişken Geometriye Sahip Quadrotor Tasarımı

Kargo drone uçuş performansını artırmak veya stabilitesini korumak için aktif şekil değiştirebilmektedir. Quadrotor dört rotorlu olup 2 koldan oluşmaktadır. Her kol üzerinde 2 adet rotor bulunmaktadır. Başlangıç durumunda her kolun uzunluğu 450 mm ve kollar arasındaki açı 90 derecedir. Uçuş sırasında aktif olarak şekil değiştirebilen hava aracının kolları 530 mm uzunluğa ve kollar arasındaki açı 60 dereceye daralabilmektedir. Şekil 2 ve 3'te hava aracının şekil değişikliği verildi.



Şekil 2. Göbek mekanizması



Şekil 3. Kol uzatma mekanizması

Quadrotorun göbek açısı ve kol uzunluğunun gövdenin ölçülerine olan etkisi tablo1 de verildi.

Tablo 1. Quadrotor geometrik ölçüler

	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Birim
Göbek açısı 90 derece ve Kol uzunluğu 450 mm iken	319	319	mm
Göbek açısı 90 derece ve Kol uzunluğu 530 mm iken	375	375	mm
Göbek açısı 60 derece ve Kol uzunluğu 530 mm iken	460	265	mm

Quadrotorun kollarının uzunluğu ve göbek açısı birbirinde bağımsız aktüatörler ve notor kontrolcülere tarafından kontrol edilmektedir. Bu sayede hava aracı üzerinde taşıdığı kargonun etkisine göre oluşan yük dağılımını dengelemek üzere şekil değişikliği gerçekleştirilmektedir.

KONTROL SİSTEMLERİ

Şekil Değiştirme Sırasında Drone'un İstikrarını Sağlama Yöntemleri

Döner kanatlı hava aracı hem doğrusal hem de açısal ivmelerle kontrol edilir. Hava aracı yükselmek için $U1$ komutunu kullanır. Yuvarlanma hareketi (ϕ) için $U2$ komutunu kullanır. Yunuslama hareketi (θ) için $U3$ komutunu kullanır. Yalpalama hareketi (ψ) için $U4$ komutunu kullanır. 6 DOF; kontrol için 6 durum olduğunu söyler ancak dört kontrol sinyali mevcuttur. Döner kanatlı hava aracı eksik eylemcili bir yapıdadır [9]. Hava aracı, yükseklik (z), yuvarlanma (ϕ), yunuslama (θ) ve sapma (ψ) komutları kullanarak gerçekleştirir. x ve y doğrultusunda hareketin kontrolü, uçuş bilgisayarı tarafından türetilen komutlar sayesinde gerçekleşir. Hava aracı kontrolcüsü tasarlanırken iki alt sisteme ayrılabilir. Hava aracının öteleme hareketleri ve açısal hareketlerini kontrol eder. Bunlar; doğrusal konumunu, hızını ve ivmesini ve açıları, açısal hızları ve ivmeleridir.

Otopilot sisteminin blok diyagramında da görüldüğü gibi istenilen veriler ile ölçülen veriler arasındaki farklar geri besleme ile otopilot sistemine gönderilir. PID kontrolcüsü bu fark sinyalini işleyerek motorların dönüş hızlarını ayarlayarak stabil uçuşu destekler.

Dört rotorlu hava aracı kolları arasındaki açı, kolların uzunluğu tahmini şekil değişikliğine göre ayarlanır. Alfa açısı ve kol uzunluğu değişimi atalet momentinin değişmesine neden olur. Tablo 1'de verilen değerler şekil değişikliği sonrası oluşan değerleri vermektedir. Optimizasyon ile açı değerleri için en uygun değer belirlenir. Bu, kontrol ve istikrar için gereklidir.

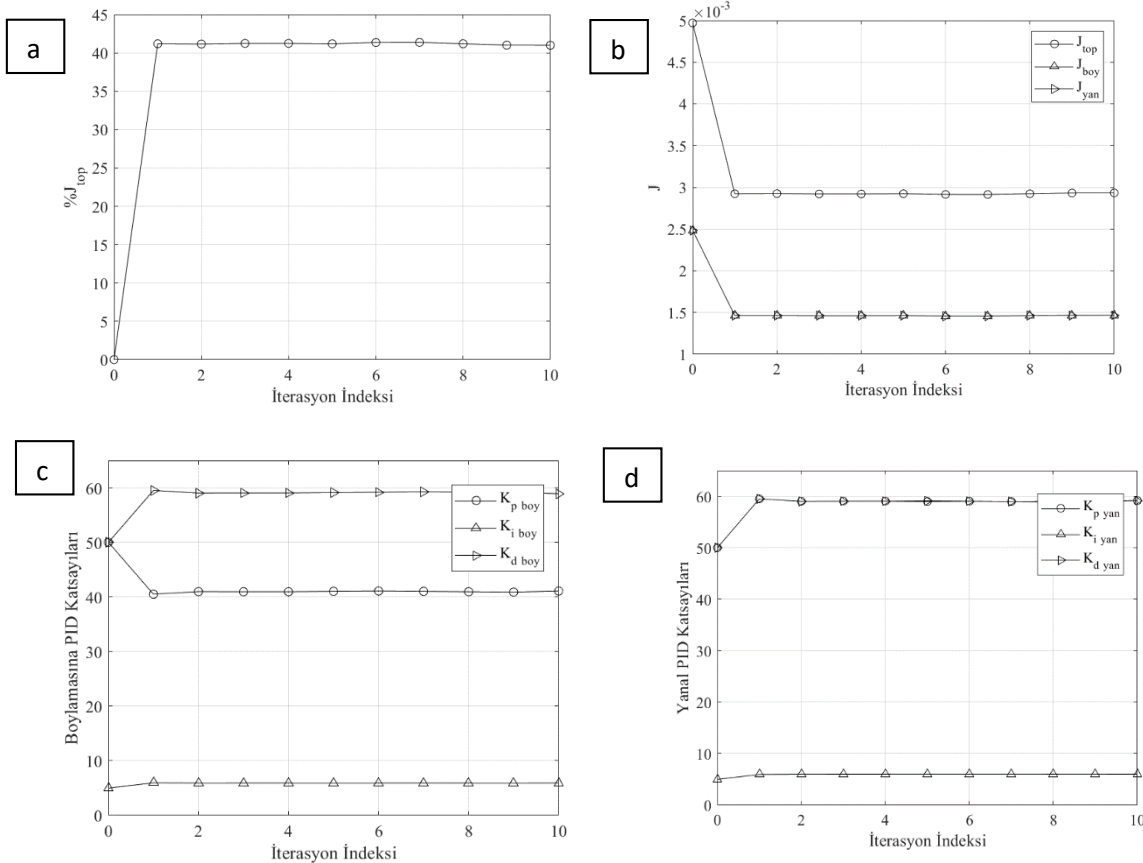
SPSA optimum sonuçlar sağlar. SPSA, diğer optimizasyon yöntemlerinden daha hızlı sonuçlar sunar [10]. SPSA, optimum sonuçlar için yükselme süresi, oturma süresi ve maksimum aşım sistem değerleri gibi performans kriterlerinin bir kombinasyonu olan maliyet fonksiyonu kullanır. SPSA ile toplam 8 parametre hesaplanır. Bunlar 3 PID Boyuna, 3 PID Yanal, alfa açısı ve kol uzunluğudur. Amaç, maliyet indeksini en aza indirmektir.

UYGULAMALAR VE SONUÇLAR

Bu maliyet indeksi, hem yan hem de ileri uçuş kavramlarını bir arada değerlendirebilme kapasitesine sahiptir. Maliyet indeksinin minimize edilmesi, optimal uçuş parametrelerinin belirlenmesinde kritik bir adımdır. Bu amaçla, tekil bir yaklaşım yerine, birleşik bir strateji benimsenmiştir. Yanal ve boylamsına uçuş kontrol sistemleri, bu birleşik yaklaşımın bir parçası olarak, dönüşüm parametrelerinin en uygun değerini belirlemek üzere birlikte tasarlanmıştır.

Sonuç olarak, bu tasarım yaklaşımı, boylamasına ve yanal uçuş parametrelerinin optimal seviyeye getirilmesini sağlamıştır. Şekil 4.a, 4.b, 4.c ve 4.d, sırasıyla toplam maliyeti, boylamasına uçuş için PID parametre değişimlerini ve yanal uçuş için PID parametre değişimlerini görsel olarak ifade eder. Bu, quadrotorun uçuş dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasını ve analiz edilmesini sağlar.

Şekil 4.a) Göreceli maliyet iyileştirmesi, b) Her iterasyonda maliyet iyileştirme, c) Her iterasyonda boylamasına PID, d) Her iterasyonda yanal PID



SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada küçük kargoların (5 desi/0.5 kg) şehir içinde çok daha hızlı teslimatını gerçekleştirebilecek döner kanatlı bir hava aracı tasarımı gerçekleştirildi. Kargonun, hava aracının ağırlık merkezini değiştirebileceği ve bu durumda hava aracının kontrol ve kararlılığının sağlanması için kolları uzayıp kısalan ve göbek açısı değişebilen bir tasarım sunuldu. Meydana gelen değişimlerin sonucunda yapılan simülasyonda hava aracının performans parametreleri (yükselme zamanı, aşım,

oturma zamanı ve kalıcı hal hatası) incelendi, en iyi sonuç için SPSA optimizasyon yöntemi kullanılarak iyileştirme sağlandı.

Döner kanatlı hava araçlarının kolay kullanım ve az bakım gerektirmesi gibi durumlar, kalkış ve iniş için piste ihtiyaç duyulmaması gelecekte daha yoğun kullanımın olacağını belirtisi olup, çalışmanın daha büyük kapasitelerde acil durumlarda ihtiyaç duyulan ilk yardım malzemelerini taşıyan, acil durumlarda elektrikli araçlara enerji sağlayabilen sistemler içinde kullanılabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Chiang, W. C., Li, Y., Shang, J., & Urban, T. L. (2019). Impact of drone delivery on sustainability and cost: Realizing the UAV potential through vehicle routing optimization. *Applied energy*, 242, 1164-1175.
2. Seung-Hyun Seo, Jongho Won, Elisa Bertino, Yousung Kang, and Dooho Choi. 2016. A Security Framework for a Drone Delivery Service. In Proceedings of the 2nd Workshop on Micro Aerial Vehicle Networks, Systems, and Applications for Civilian Use (DroNet '16). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 29–34. <https://doi.org/10.1145/2935620.2935629>
3. Frachtenberg, E. (2019). Practical drone delivery. *Computer*, 52(12), 53-57.
4. Özen, E. And Oktay, T. (2023) . "Optimizing the Performance of an Unmanned Aerial Vehicle that can Detect and Avoid Obstacles." 9th International Zeugma Conference on Scientific Research , Gaziantep, Turkey, pp.1-5.
5. Kim, C., Lee, H., Jeong, M., & Myung, H. (2021, September). A morphing quadrotor that can optimize morphology for transportation. In *2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 9683-9689). IEEE.
6. Köse, O. Oktay, T. And Özen, E. (2023) . "Simultaneous Arm Morphing Quadcopter and Autonomous Flight System Design." AIRCRAFT ENGINEERING AND AEROSPACE TECHNOLOGY , vol.95, no.10, pp.1624-1632.
7. Oktay, T. And Özen, E. (2021) . "Döner Kanatlı İnsansız Hava Aracı Sistem Tasarımı ve Kontrolü." European Journal of Science and Technology , no.27, pp.318-324.
8. Oktay, T. And Özen, E. (2021) . "Kapalı Ortamlarda Arama Kurtarma Görevi İçin Geliştirilen Şekil Değiştirebilen Quadkopterin Sistem Modellenmesi ve Tasarımı." MAS 14th INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL&MEDICAL SCIENCES , Győr, Hungary, pp.1-10.
9. Sariff, N. Ismail, Z.H., 2021. Broadcast event-triggered control scheme for multi-agent rendezvous problem in a mixed communication environment. *Appl. Sci.* 2021, 11, 3785.
10. Song, Q., Spall, J.C., Soh, Y.C. and Ni, J. ,2008. Robust neural network tracking controller using simultaneous perturbation stochastic approximation. *IEEE Transactions on NeuralNetworks*, Vol. 19 No. 5, pp. 817-835.

**YEŞİL KİMYA YAKLAŞIMIYLA SENTEZLENEN ÇEVRE DOSTU
NANOMATERYALLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI**

**USE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY NANOMATERIALS SYNTHESIZED WITH
GREEN CHEMISTRY APPROACH IN THE FOOD INDUSTRY**

Arzu MAMMADOVA

*Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme
Teknolojisi Anabilim Dalı, Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Programı, İstanbul, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3442-9517>

Özkan ÖZDEN

*Prof. Dr, İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi
Bölümü, İstanbul, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8780-480X>

ÖZET

Günümüzde, nanoteknoloji ve nanomateryaller, birçok endüstri ve uygulama alanında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, geleneksel nanopartikül sentez yöntemleri, çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu noktada yeşil kimya prensiplerine dayalı yaklaşımlar, çevre dostu nanomateryal sentezlenmesinde önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Yeşil kimya, çevre dostu ve sürdürülebilir kimya prensiplerine odaklanarak, malzeme sentezi süreçlerini çevre üzerindeki etkileri en aza indirmeyi amaçlamakta, doğal kaynaklardan elde edilen bileşenlerden nanopartikül eldesinde kullanılan başlıca yöntemler arasında yer almaktadır. Yeşil sentez yöntemlerinin avantajları arasında çevre dostu olmalarının yanı sıra enerji verimliliği, düşük maliyet ve biyolojik uyumluluk bulunmaktadır. Yeşil kimya ile sentezlenen nanomateryaller, sağlık, enerji, çevre, gıda ve tarım gibi birçok sektörde çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Günümüzde, gıda endüstrisinde çevre dostu nanomateryallerin kullanımı, yeşil kimya prensipleriyle sentezlenen nanopartiküllerin keşfiyle birlikte aktif bilimsel verilerin üretildiği bir araştırma konusu haline gelmiş, yenilikçi uygulamalara odaklanılmasını sağlamıştır.

Nanomateryallerin gıda endüstrisindeki uygulamaları arasında ürün kalitesini artırmak, raf ömrünü uzatmak, besin maddelerini daha etkili bir şekilde taşımak ve hatta yeni gıda ürünleri geliştirilmesi yönünde avantajları bulunmaktadır. Bu kapsamda bu derlemede nanomateryallerde metal-nanopartiküllerin (M-NP);

Sentez Yöntemleri ve Yeşil Kimya İlkeleri

Nanopartikül Karakterizasyonu

Gıda Endüstrisi Uygulamaları

Güvenlik ve Regülasyon değerlendirilmesi

büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, yeşil sentezlenmiş nanopartiküller, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen yenilikçi bir nanoteknoloji uygulamalar konusundaki çalışmaların derlendiği bu çalışmada gıda endüstrisinde çevre dostu çözümlerin sunulmasına ve değerlendirmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca elde edilecek gelişmeler Bu alandaki araştırmaların artması, yeşil sentez yöntemlerinin daha geniş bir endüstriyel alanda uygulama potansiyeline yardımcı olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Kimya, Nanoteknoloji, Nanokompozitler, Gıda Endüstrisi

ABSTRACT

In today's world, nanotechnology and nanomaterials play a significant role in many industries and applications. However, traditional nanoparticle synthesis methods also bring environmental impacts and sustainability issues. At this point, approaches based on green chemistry principles offer significant potential for the synthesis of environmentally friendly nanomaterials.

Green chemistry focuses on environmentally friendly and sustainable chemical principles, aiming to minimize the environmental impacts of material synthesis processes. Among the main methods used in obtaining nanoparticles from natural sources are those based on green synthesis principles. The advantages of green synthesis methods include environmental friendliness, energy efficiency, low cost, and biological compatibility. Nanomaterials synthesized with green chemistry have various applications in sectors such as health, energy, environment, food, and agriculture.

The use of environmentally friendly nanomaterials in the food industry has become a research topic with actively generated scientific data, driven by the discovery of nanoparticles synthesized with green chemistry principles and focused on innovative applications. Among the applications of nanomaterials in the food industry are improving product quality, extending shelf life, more effectively transporting nutrients, and even developing new food products. In this context, this review emphasizes the importance of metal nanoparticles (M-NPs) in nanomaterials, focusing on:

Synthesis Methods and Green Chemistry Principles

Nanoparticle Characterization

Applications in the Food Industry

Safety and Regulatory Assessment

In conclusion, this review of innovative nanotechnology applications compiled in studies supporting environmental sustainability will contribute to the presentation and evaluation of environmentally friendly solutions in the food industry. Additionally, the advancements gained from research in this field are expected to further the application potential of green synthesis methods in a wider industrial context.

Keywords: Green Chemistry, Nanotechnology, Nanocomposite, Food Industry

SALDIRI TESPİT SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ
A SURVEY OF INTRUSION DETECTION SYSTEMS AND COMPARATIVE ANALYSIS

Dilek BİRİNCİ

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9182-336X>

Dr. Öğr. Üyesi İsa AVCI

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Karabük, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7032-8018>

ÖZET

Son yıllarda geliştirilen teknoloji ve yazılımlar sayesinde insanlar artık uluslararası ticaret yapabilmekte, işyerlerini uzaktan denetleyebilmekte ve elektronik seçimlerde evlerinden çıkmadan oy kullanabilmektedir. Bu teknolojik gelişmenin yanı sıra kötü niyetli kişilerin bu sistemleri çeşitli amaçlarla kötüye kullanma potansiyeli de bulunmaktadır. Bireyler ve toplumlar ağ teknolojilerine ve bilgi sistemlerine bağımlı hale geldikçe ve bu sistemlerin kullanımı arttıkça bu sistemlere gelebilecek izinsiz giriş ve saldırılara karşı hassasiyetleri de artıyor. Bu saldırılar sistemlere, kişilere veya kurumlara maddi ve psikolojik zararlar verebilmektedir. Bu nedenle bilgi sistemlerinin güvenliğinin sağlanması için çeşitli savunma mekanizmaları geliştirilmiş, hem yazılımsal hem de donanımsal olarak çok sayıda koruma mekanizması devreye girmiştir. Bilgi sistemlerindeki savunma mekanizmalarından biri de "Saldırı Tespit Sistemi (STS)"dir. STS'ye temel olarak iki yaklaşım vardır: istismar tespiti ve anormallik tespiti. Bilgi aktarımındaki faktörler ve tehditler, bilgi güvenliği yazılımları, saldırı tespit ve önleme sistemleri, mevcut saldırı tespit araçları ve saldırı tespit sistemlerinde kullanılan veri setleri; gizlilik, bütünlük, erişilebilirlik, kayıt tutma, kimlik tespiti, güvenilirlik ve inkar edememe gibi bilgi güvenliğinin temel ilkeleri göz önünde bulundurulmaktadır. Veri iletiminde etkili unsurlar ve tehditlerde bu alanda önemli yer kaplamaktadır. Tehdidin bir kaynağı ve sistemde bu kaynağı istismar eden bir güvenlik açığı vardır. Bu çalışmada STS yöntemleri ve sistem üzerinde alınması gereken önlemler ayrıntılı olarak ele alınarak analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Saldırı tespiti sistemi, siber saldırılar, saldırı analizi, bilgi güvenliği.

ABSTRACT

With the help of developing technology and software in recent years, people can now conduct international trade, inspect their workplaces remotely, and participate in electronic elections without leaving their homes. In addition to this development of technology, malicious people can also exploit these systems for different purposes. In short, as individual and social dependence on network technologies and information systems or the rate of use of these systems increases, the sensitivity to infiltration and attacks that may occur in these systems also increases. With these attacks, systems, individuals or legal entities may suffer material and moral damage. For this reason, various defense mechanisms are developed to ensure information system security and many protection mechanisms, both software and hardware, are used. One of the defense mechanisms used in information systems is 'Intrusion Detection Systems'. There are basically two approaches to STS: abuse and anomaly detection. Elements and threats in information transmission, information security software, intrusion detection and prevention systems, existing intrusion detection tools and data sets used in intrusion detection systems; Basic principles of information security such as confidentiality, integrity, accessibility, record keeping, identification, reliability and non-repudiation are taken into consideration. Factors and threats affecting data transmission also occupy an important place in this

field. Every threat has a source and a security gap in the system that this source exploits. In this study, STS methods and the precautions to be taken on the systems were examined by detailed comparison.

Keywords: Intrusion detection system, cyber-attacks, attack analysis, information security.

GİRİŞ

Tarihin her döneminde bilgi önemli bir kavram olmuştur ve bilgiyi en iyi şekilde kullanan milletler tarihte büyük başarılar elde etmişlerdir. Günümüzde bilginin önemi hızla yükselmektedir. Araştırmalarda bilgi kavramı hakkında birçok tanım bulunmaktadır. Çalışmalardan çıkarılan bir öz düşünce ise "Bilgi, zihnin gerçek ve hayali fikirlerinin, resmi veya gayri resmi olarak iletilen, kaydedilen ve yayınlanan bir ürünüdür. En dar teknik anlamıyla bilgi, yorumlanabilir semboller dizisinden oluşan bir mesaj olarak tanımlanır. Hatta bu bilgiler bazı karakterlerle birlikte kaydediliğ sinyal olarak iletilir. Günümüzde ulusla bilgi politikalarının ulusal düzeyde geliştirilmesi vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir [1,2]. Teknolojinin gelişiminin hızlandığı günümüz bilgi teknolojisi çağında bilgi kavramı her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Çünkü bilgi, toplumsal ve bireysel gelişimin göstergesi sayılabilecek bir standart haline gelmiştir.

Geçmişte bir ülkenin gelişmişlik düzeyi ürettiği çelik ve enerji miktarıyla ölçülürdü. Bilgi teknolojisi, onu oluşturan mikroelektronik, telekomünikasyon ve bilgisayar teknolojisi yetenekleri kullanılarak elde edilen, işlenen, iletilen ve depolanan bilgi miktarıyla ölçülmeye başlanmıştır. Yukarıdaki tanıma göre bilgi politikasına ilişkin temel unsurlar; bilgi kullanıcıları, bilgi mevzuatı, bilgiyle ilgili işgücü, bilgi teknolojisi, bilgi maliyetleri ve bilgiyle ilgili kurum ve kuruluşlardır. Günümüz bilgi çağında kişisel ve kurumsal bilgilerinizin büyük bir kısmı dijital ortamda saklanabiliyor. Bilginin arşivlendiği ve kağıt üzerinde saklandığı bir yapıda bilgi güvenliği, bilginin fiziksel olarak korunması olarak düşünülebilir [2]. Bilginin yetkisiz erişime, kullanıma, ifşa edilmeye, yok edilmeye, değiştirilmeye veya zarar görmeye karşı korunması sürecine bilgi güvenliği denir. Bilgisayar güvenliği ve bilgi sigortası terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılır.

Kişisel veya ticari gizliliğin, bilgi bütünlüğünün ve erişilebilirliğin korunması ortak hedefler olarak kabul edilmektedir. İnternetin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgi sistemlerinin güvenlik açıkları da artıyor. Bilgi sistemlerinin bütünlüğünü, gizliliğini ve sürekliliğini sağlamak amacıyla birçok güvenlik ürünü ve projesi geliştirilmiş ve geliştirilmeye de devam etmektedir. [3]. Bilgisayar ağ sistemleri popülerleştikçe ağ tabanlı saldırılar da artıyor. Saldırıların bir kısmı habersiz kullanıcılardan kaynaklanırken bir kısmı da bilinçli olarak sisteme zarar vermeye çalışan kötü niyetli kişilerden kaynaklanmaktadır. 1980'lerde TCP/IP protokol seti bilgisayar iletişimde geniş çapta kabul gördü ve İnternet bu protokol aracılığıyla yaygınlaştırıldı. İnternetin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgisayar iletişimine yönelik saldırıların sayısı ve türleri de artmaktadır [3]. Bu saldırılara karşı kimlik doğrulama, yetkilendirme, antivirüs programları gibi güvenlik çözümleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Başlangıçta saldırılar, basit kod yürütme veya parola tahmin etme gibi düşük etkili, düşük olasılıklı saldırılardı, ancak zamanla saldırıların karmaşıklığı ve etkisi artmıştır. Ancak bu saldırılardan yararlanmak için gereken bilgi düzeyi azaltmakta ve bu bilgiler genellikle internet üzerinden kontrolsüz bir şekilde dağıtılmaktadır.

Bu araştırma, bilgi politikasının unsurlarından biri olan "bilgi teknolojisi" çerçevesinde değerlendirilmekte olup, bilgi kaynağı olarak kullanılabilirlik saldırı tespit sistemleri (IDS-STs) ve saldırı önleme sistemleri (IPSES) araştırmaları ile ilgilidir. Sistemlerin güvenliğini sağlar ve bu sistemlerin detaylı analizlerini gerçekleştirir. Günümüzün stresli dijital sistemleri ve teknolojileri için önerilen güçlü hibrit çözümler oluşturmak amacıyla yeni teknolojilerden yararlanan çözümler de sunulmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Gökırmak ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında IPv6 ağlarındaki saldırıları tespitlemek amacıyla honeypot tabanlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Yazılımı hizmet, işletim sistemi ve ağ düzeyinde izlemenin amacı, IPv6 protokolüyle ilgili güvenlik sorunlarını tespit etmektir [4, 5]. Malanik ve arkadaşları, yaptıkları araştırmada, honeypot sistemlerinin yerel ağlarda potansiyel kullanımına odaklanmışlardır. Bu çalışma, honeypotların bilgisayar ağlarına üç farklı şekilde yerleştirilebileceğini

keşfetti; LAN, İnternet ve DMZ alanları. Bu hibrit sistemlerin honeypot sistemlerini ve STS'yi kullanarak kötü niyetli sıfır gün aktivitelerini tespit edebildiği vurgulanmıştır. Yine bu çalışma, ağ içerisinde bir VLAN ağı tanımlanmışsa, her VLAN içerisinde bir honeypot sisteminin yapılandırılması gerektiğini belirtmektedir [6].

Riboldi ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında VoIP sistemlerindeki yasa dışı etkinlikleri izlemek için düşük etkileşimli bir honeypot sistemini geliştirmişlerdir. SIP protokolü ile ilgili 3502 olay sistem üzerinde toplanmış ve 92 gün boyunca performansı araştırılmıştır. Uygulanan sistemin VoIP ortamında güvenlik duvarı ve saldırı tespit sistemi olarak kullanılabileceği yorumunu yapmışlardır [7]. Shukla ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında kötü amaçlı web URL'lerini tespit etmek için bir honeypot sistemi geliştirmiştir. Geliştirilen sistem, istemci tarafındaki arama motoru örümceklerinden URL adreslerini toplamaktadır. Bu URL adresleri, kötü amaçlıysa veya güvenlik açıkları içeriyorsa imza tabanlı izinsiz giriş tespit sistemi bir tetikleyiciyi etkinleştirmektedir. Bu, kötü amaçlı URL adreslerini kara listeye alarak güvenliği sağlamaktadır [8].

Koniaris ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında, kötü niyetli faaliyetleri ve ilişkileri analiz etmek ve görselleştirmek için bir honeypot sistemi kullanmışlardır. Geliştirilen uygulamada iki farklı honeypot sistemi kurulmuştur. Birincisi genellikle kendi kendine yayılan kötü amaçlı yazılımları toplamak için tasarlanmıştır, ikincisi ise kötü amaçlı etkinlikleri toplamak için bir aldatma sistemi olarak tasarlanmıştır [9]. Song ve arkadaşları, honeypot tabanlı karma etkileşimli saldırı tespit sistemi mekanizması oluşturmaya odaklanmışlardır. Kurulan sistemin amacını ağın sağlamlığını ve güvenliğini artırmak olarak belirtmişlerdir. Honeypot sistemlerinin tuzak kapasitesini artırarak ağların güvenliğini artırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır [10].

Chawda ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında yeni güvenlik açıklarını ve güvenlik açıklarını araştırmak için dağıtılmış bir honeypot sistemi önermişlerdir. Geliştirdikleri sistemlerdeki güvenlik açıklarına maruz kalmayı önlemek için erken aşama (ön uç) içerik filtresi olarak düşük etkileşimli honeypot sistemini kullandılar.[11]. Xiangfeng ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında, honeypot teknolojisinin izinsiz giriş tespit sistemlerinde uygulanmasına odaklanmışlardır. Bu çalışma, honeypot sistemlerinin saldırı tespit sistemlerindeki sorunların çözümünde kullanılabileceğini önermektedir [12]. Paul ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında bilgisayar ağı güvenliği için honeypot tabanlı bir imza oluşturucu geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem özellikle polimorfik solucan saldırılarına karşı koruma sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, şüpheli trafiği izole ederek kötü niyetli trafik ve solucan saldırıları hakkında pek çok faydalı bilgi toplayabiliyor. İmza tabanlı sistemler yeni saldırıları tespit etmede çalışmazken, önerilen sistem yabancı solucan saldırıları için imza oluşturma yeteneğine sahiptir [13].

Beham ve arkadaşları, yaptıkları araştırmalarında sanallaştırma teknolojisinin faydalarını göstermişlerdir. Bu çalışmada, iç içe sanallaştırma ortamlarında izinsiz giriş tespit ve honeypot sistemlerinin kullanımı araştırılmıştır. Mevcut iç içe sanallaştırma teknolojilerini VMI tabanlı izinsiz giriş tespit ve honeypot sistemleriyle karşılaştırdılar [14]. Liu ve arkadaşları yaptıkları araştırmalarında IP traceback teknolojisini kullanarak honeypot teknolojisine dayalı bir saldırı tespit sistemi geliştirmişlerdir. Bu çalışma, geleneksel saldırı tespit sistemlerinin sınırlamalarını vurgulamakta ve bal küpü sistemlerinde bir saldırı tespit yapısı önermektedir [15]. Auttapon, araştırmasında honeypot sistemlerinin ve saldırı tespit sistemlerinin dağıtılmış ağlarda kullanımını analiz etmişlerdir. Çalışmanın asıl amacı, hırsız alarm sistemleri ve honeypot ile birlikte kullanıldığında hırsız alarm sistemlerinin etkinliğini ölçmektir [16].

Jiang ve arkadaşları, honeypot sistemlerinin kurumsal ağlarda kullanımını ele almışlardır. Mevcut honeypot sistemlerini inceleyerek izinsiz giriş tespit sistemlerinden gelen teknikleri yeni bir honeypot sistemiyle birleştirilmesini sağlamışlardır [17]. Mitsuaki ve arkadaşları, yüksek katılım ve etkili performansa sahip, ölçeklenebilir bir müşteri honeypot tasarlamışlardır. Bu çalışma, sistemin derinlemesine analizini ve tespit performansını amaçlamaktadır [18]. Buvaneswari ve arkadaşları, dağıtılmış hizmet reddi saldırılarını (DDoS) önlemek için Honeypot adı verilen bir yaklaşım önermişlerdir. Bunu yaparken honeypot ve saldırı tespit sistemi tabanlı yapıların DDoS saldırılarını engelleyebileceğini göstermişlerdir [19].

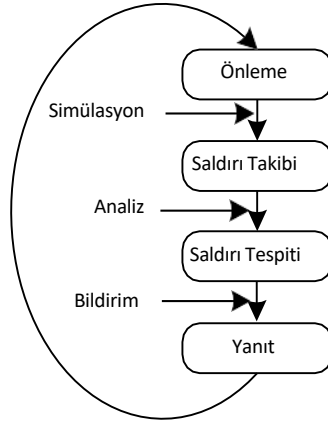
Vishal ve arkadaşları, SNORT, OSSEC, Honeyd ve diğerleri, saldırı tahminini gerçekleştirmek için makine öğrenimi algoritmalarını kullanan açık kaynaklı sistemlere dayalı honeypot sistemleri üzerine araştırmalarına odaklanmışlardır [20]. Li ve arkadaşları araştırmalarında yerel ağ üzerinde sanal honeypotların ve fiziksel honeypotların belirli lokasyonlara yerleştirildiği bir honeypot uygulaması geliştirmişlerdir. Araştırmanın odak noktası, yerel ağların güvenliğini artırmak için güvenlik duvarları, izinsiz giriş tespit sistemleri ve honeypot sistemleri gibi çeşitli savunma sistemlerini birleştirmektir.

Güncel literatür araştırmalarının da gösterdiği gibi, saldırı tespit sistemleri, saldırı önleme sistemleri, güvenlik duvarları ve honeypot'lar bilgi sistemleri ve ağların güvenliğini sağlamak için tek başına yeterli değildir. Bu konuyla ilgili güncel araştırmalara bakıldığında bu tür güvenlik sistemlerini etkileşimli olarak kullanan hibrit yapıların önerildiği açıktır [21]. STS'de bu konuyla alakalı araştırmalar incelendiğinde veri toplama, etiketleme, depolama, veri azaltma (filtreleme, özellik seçimi ve sınıflandırma), davranışsal model tanımlama ve sınıflandırma, kural tabanlı sistemler için kurallar koyma, raporlama konularını kapsadığını gördüm ve sorunun şu şekilde olduğunu buldum: sonuç üretme aşamasında ortaya çıkar. STS ile ilgili en önemli sorunlardan biri, STS tasarım ve uygulama aşamalarında mevcut veri tabanlarının bulunmamasıdır. Ayrıca araştırmacıların STS tasarımı sırasında çeşitli veritabanları geliştirmeleri ve başarı oranını objektif olarak değerlendirememeleri nedeniyle literatürde saldırı veri tabanlarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.

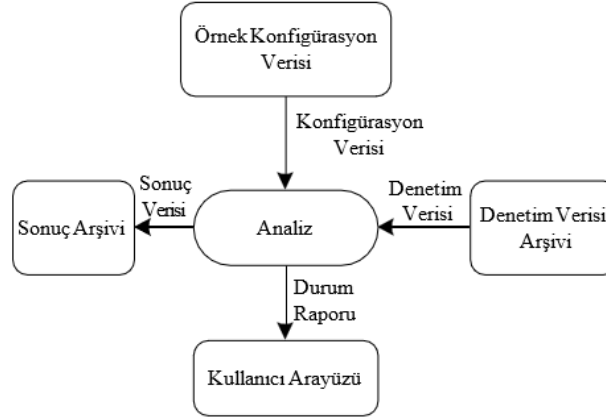
STS'de karşılaşılan bir diğer sorun ise yanlış alarm (yanlış doğru) oranlarının azaltılamamasıdır. Bu durum imza tespit eden (kötüye kullanım) STS'lerde nadir olmakla birlikte, davranış ve kullanıcı profillerinin modellenmesinin zorluğu ve anormallik tespitinin doğası nedeniyle anormallikleri tespit eden sistemlerde yaygındır. Bu konuyla ilgili önceki araştırmaları inceledikten sonra, STS ile ilgili sorunları çözmek için yeni ve gelişmiş bir STS'ye ihtiyaç olduğu analiz edilmiştir. Özellikle yanlış alarm durumlarını azaltmak için akıllı öğrenme sistemleri geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, STS için güncel saldırı modellerini içeren yeni veri setlerinin geliştirilmesi gerekmektedir [22].

SALDIRI TESPİT SİSTEMLERİ

Saldırı tespiti çok eski bir olgudur ve antik çağda kaleler tepelerin üzerine inşa edilmiş ve şehri korumak için bu tepelerin içine yüksek ve güçlü kuleler inşa edilmiştir. Bu yapılar sadece gücün sembolik göstergesi değil, aynı zamanda şehrin savunulması sırasında net bir görüş açısı sağlayarak olası saldırıların erken tespit edilmesini ve afet anında zaman tasarrufu sağlanmasını sağlayarak çeşitli açılardan önemli rol oynamıştır. Günümüzde bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte saldırılar başka bir boyut kazanmıştır. Günümüzde bilgi sistemleri dünyasında klasik fiziksel saldırı ve savunma operasyonları siber savaş operasyonları olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha profesyonel bir yaklaşımla siber uzay üzerinden, uzaklığa bakılmaksızın, kilometrelerce uzaktan, beklenmeyen zamanlarda ve gizlice sistemlere çeşitli saldırılar gerçekleştirilebilir. Fakat bilgisayar teknolojisi bilgisayarınızda meydana çıkan tüm olayları kayıt altına alır, böylece saldırıların nasıl yapıldığını tespit edebilir ve bunlara karşı önlem alınabilir. Aşağıdaki görsel algılamının nasıl gerçekleştirildiğine ilişkin işlevsel yapıyı göstermektedir. Bilgi güvenliği sürekli sürdürülmesi gereken kritik bir süreçtir. Bu, sistemde sürekli saldırı takibi, analizi ve yanıt/önleyici eylemlerin gerçekleştirilmesini gerektirir.

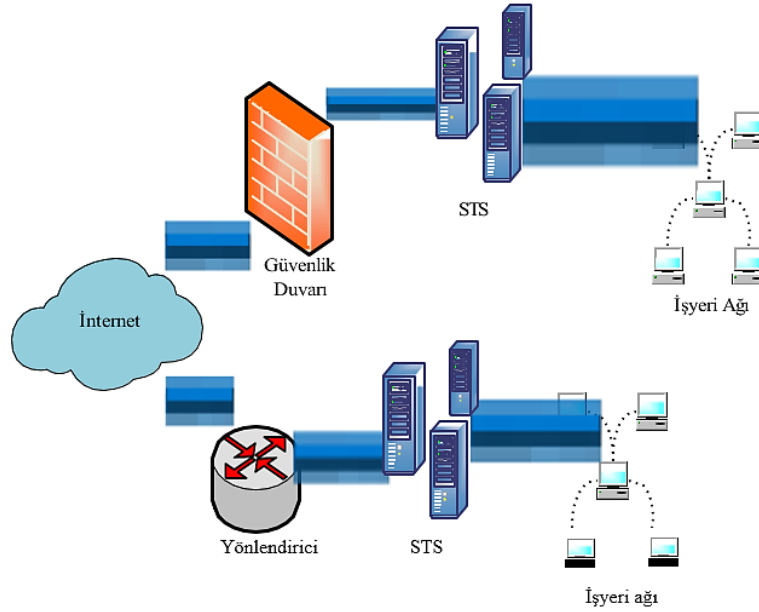


Şekil 1. Saldırı tespit sistemlerinin fonksiyonel yapısı



Şekil 2. Saldırı tespit sistemlerinin temel yapısı [22]

Genel olarak bir STS için önerilen yapı, örnek konfigürasyon verilerini, kontrol verileri arşivlerini, kullanıcı arayüzlerini, sonuç arşivlerini ve analiz modüllerini içermektedir. Bu, denetim verilerini kullandığını varsayar STS türüne bağlı olarak log kayıtları veya ağ paketleri de kullanılabilir. Temel olarak arşivden alınan denetim verilerinin örnek konfigürasyon verileriyle karşılaştırılması yoluyla analiz işlemi gerçekleştirilir [22].



Şekil 3. Saldırı tespit sistemlerinin ağlarda genel yerleşimi [22]

STS'ye temel olarak iki yaklaşım vardır: "istismar" ve "anormallik tespiti". Literatürde bu iki yaklaşımın kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen her iki yaklaşımın bir arada kullanıldığı sistemler üzerine araştırmalar devam etmektedir [22]. "Anormallik tespiti" olarak adlandırılan yaklaşımlar, bir sistem içindeki kullanıcı davranışını analiz edip modellerken, istismar tespitine (imza tespiti) dayalı yaklaşımlar saldırgan davranışını modeller. Bu iki yaklaşımı kullanarak STS'yi değerlendirirken çeşitli ölçümler kullanılır. Bu çalışmada kullanılan tanımları aşağıda listelenmiştir.

Doğru Pozitifler; doğru olan saldırılar için kullanılır.

Doğru Negatifler; saldırılar yerine doğru bir şekilde değerlendirilen uygun etkinlik türleri.

Yanlış Pozitif; yanlış bir şekilde saldırı olarak sınıflandırılan ancak aslında bir saldırı olmayan iyi etkinlik.

Yanlış Negatif; yanlış bir şekilde saldırı olmayan uygun bir etkinlik olarak sınıflandırılan ancak aslında bir saldırı olan bir etkinlik.

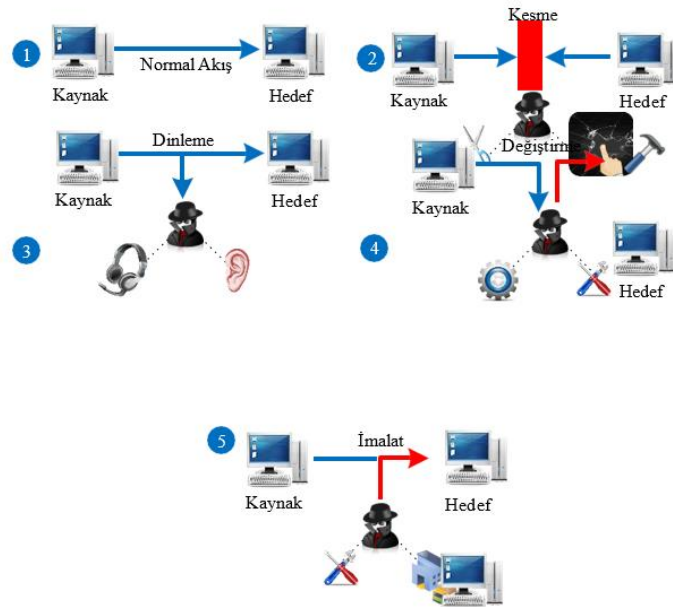
Bazı Saldırı Türleri ve Özellikleri

Bu kısımda bilgi sistemlerine yönelik gerçekleştirilen saldırıların özellikleri, türleri ve saldırıların özellikleri açıklanmaktadır. Günümüzün bilgi sistemleri, özellikle kamu ve özel sektördeki. Bankacılık, ticaret, eğitim, ulaşım vb. birçok alanda genel olarak kullanılmaktadır. Bu genel kullanımın insanlara çeşitli yararları olsa da bazı önlemlerin alınması gerekiyor. Çünkü teknoloji geliştikçe saldırı türleri de gelişmektedir. Hiç bilgi gerektirmeyen ve sohbet programı kullanım kolaylığına sahip saldırı araçları, çocukların bile bazı saldırıları otomatik olarak gerçekleştirmesine olanak tanıyor. Saldırıların nedenleri farklılık gösteriyor. Bu sebepler arasında; politik nedenler, meydan okuma, intikam, milliyetçilik, eğlence, itibarsızlaştırma, terör, kin, merak, maddi kazanç, ün kazanma isteği, globalleşme, geliştirilen yazılım veya donanım sistemlerindeki vb. zayıflıklardan kaynaklanan güvenlik açıkları. Bilgisayar ağ sistemleri ve ağ iletişimde genellikle gerekli olan bilgi alışverişi için dört farklı saldırı yapısı bulunmaktadır. Bunlar; ele geçirme, yok etme, değiştirme, üretme/imalattır. Bu saldırıların özelliklerini göstermektedir [24,25].

- **Yarıda kesme;** kaynak ile hedef arasındaki bilgi akışı doğrudan engelleniyor ve iletişim kesiliyor. Bu yapı, sisteminizdeki değerli varlıkları yok ederek onları erişilemez veya erişilemez hale getirebilir. Amaç iletişimi engellemektir. Dolayısıyla bu saldırganlık özelliği fiziksel müdahalenin sonucu da olabilir. Bu tür saldırıların amaçladığı güvenlik unsuru bilgi güvenliği kavramı olarak kullanılabilirlik özelliğidir. Donanımın tahrip edilmesi, iletişim hatlarına fiziksel hasar verilmesi,

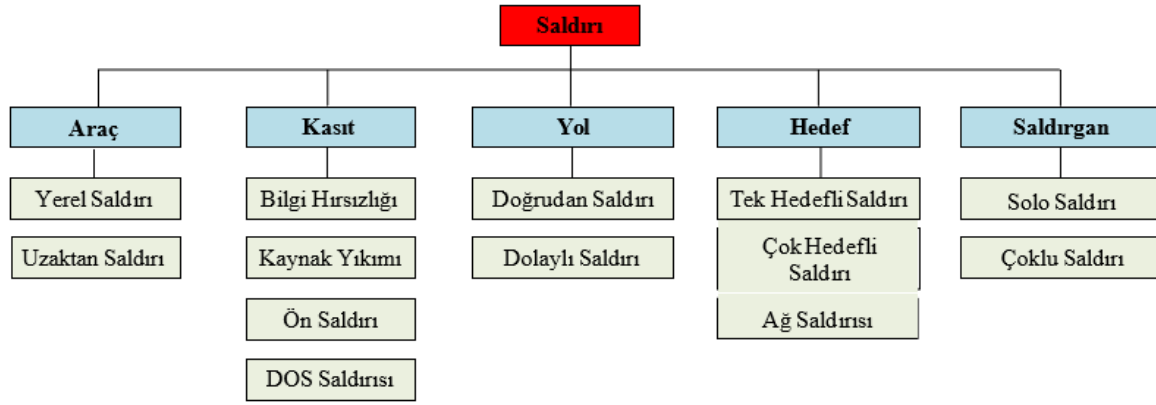
iletişim ortamında gürültünün yayılması, rotaların bozulması, programların ve dosyaların silinmesi, hizmetin (DoS) kesintiye uğraması, iletişim ekipmanlarının çeşitli kötü amaçlı yazılımlar tarafından tahrip edilmesi vb. gibi durumları kapsayabilir.

- **Gizli dinleme;** diğer saldırı fonksiyonlarından farklı olarak bu pasif bir saldırdır. Diğer saldırı türlerine aktif saldırılar denir. Bu saldırı türünde sisteme erişimi olmayan bir saldırgan, sistemi gizlice dinleyerek kaynak ile hedef arasındaki bilgileri elde eder. Bu tür saldırılar, güvenliğin hassas unsurlarının tehlikeye atıldığı bir durum yaratır. Hat izleme, paket yakalama ve sistem uzlaşması gibi yaklaşımlarla gerçekleştirilir. Bu tür saldırılara karşı çözüm şifreleme ve şifre çözme yöntemleriyle aranmaktadır.
- **Değiştirme;** kaynak ve hedef arasında aktarılan veriyi alır, veride istenilen değişiklikleri yapar ve değiştirilen veriyi sanki kaynaktan gönderilmiş gibi hedefe gönderir. Saldırganlar yalnızca sisteme erişim sağlamakla kalmaz, aynı zamanda iletişimin değerli unsurlarını da değiştirir. Bu saldırı türü bir güvenlik unsurunun bütünlük kavramını ihlal etmeyi amaçlayan bir saldırdır. Bu saldırılar, veri tabanı girişlerini değiştirmek, iletişim yavaşlamalarından veya gecikmelerinden yararlanmak ve donanımı değiştirmek gibi eylemler gerçekleştirebilir. Bu tür saldırıların çözümü gönderilen her pakette dijital imza kullanılmasıdır.



Şekil 4. Saldırı karakteristikleri [28]

Şekil 4' te, (1) normal, (2) yarıda kesme, (3) gizli dinleme, (4) değiştirme, (5) imalat karakteristiklerini temsil etmektedir. Saldırı türleri kategorilerde sınıflandırılabilirler. Bu kategorilendirmede saldırgan miktarı, kullanılmış olan yol, amaç türü, saldırı amacı ve kullanılan araçlar birer parametre olabilir. Saldırıların genel bir tasnifi Şekil 5'de verilmiştir.



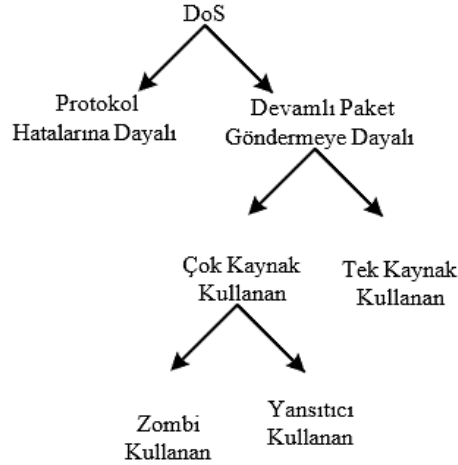
Şekil 5. Saldırıların sınıflandırılması

Saldırıları farklı kategorilere ayrılabilir ve bu sınıflandırmada parametreler saldırganların sayısı, kullanılan rota, hedefin türü, saldırının amacı ve kullanılan araçlar olabilir. Bir bilgisayar sistemine yapılabilecek birçok saldırı vardır. Bunlar arasında kod istismarı, gizlice dinleme, hizmet reddi (DoS), arka kapılar, sosyal mühendislik, dolaylı saldırılar, kriptografik saldırılar, yönetici hesabına giriş (R2L) ve kullanıcı hesabının yönetici hesabına yükseltilmesi (U2R) bulunmaktadır. Bilgi taraması (araştırma ve tarama), vandalizm, kişisel veri hırsızlığı, doğrudan erişim saldırıları, dolandırıcılık ve kötüye kullanım, günlük dosyalarının silinmesi veya değiştirilmesi, güvenlik mimarisindeki değişiklikler [28].

- **Kaynak Kod İstismarı;** arabellek taşmaları, CGI komut dosyası hataları ve şifreleme hataları gibi yazılım hataları, bir sistemde kullanılan tüm yazılımlarda (işletim sistemi tarafından kullanılan sistem programları dahil) mevcut olabilir ve bilgisayar sisteminin ele geçirilmesine veya bilgisayarınızın tahrip olmasına neden olabilir. Bu pek çok saldırıya kapı açan bir zafiyettir ve son yıllara kadar gözden kaçan bir unsurdur. Koddan yararlanma, bir yazılım veya donanım sistemindeki bir hatadan, aksaklıktan veya güvenlik açığından yararlanan bir yazılım, veri bloğu veya talimat kümesidir [28].

- **Gizli Dinleme;** bilgisayar ağı üzerinden veri iletişimi sırasında kötü niyetli bir kişi tarafından kaynak ile hedef arasında gönderilen veriler topluluğudur. Bu saldırı türünde elde edilen veriler değiştirilmiş bir formatta hedefe gönderilebildiği için bu çok tehlikeli bir saldırı türüdür. Ağa bağlı olmayan bilgisayarlar, donanım bileşenlerinden yayılan ışık izlenerek gizlice dinlenebilir. Bu tür dinlemelerin önlenmesi için geliştirilen donanım cihazlarının Tempest adı verilen bir standarda göre üretilmesi gerekmektedir [28].

- **Hizmet Aksatma;** bir sunucuya aşırı istekte bulunarak sunucuyu çalışmaz hale getirmeyi hedefleyen bir saldırı türüdür. Bu nedenle, hizmet reddi (DoS) saldırısı, bir sistemin yetki dışı erişimini veya kontrolünü ele geçirmeyi amaçlayan bir saldırıdan farklıdır. Bu tür saldırıların tek amacı, bilgisayara, sunucuya veya ağa kaldırılabileceğinden daha fazla yük uygulayarak sistemi kullanılamaz hale getirmektir. DoS saldırıları gruplara ayrılmıştır. "Ping of Death" saldırısı, protokoldeki bir kusurdan yararlanan bir saldırı türüdür. Bu tür saldırı, sistemin yanıt vermesini engelleyen tek bir büyük ICMP yankı mesajı gönderir. Diğer bir DoS saldırısı türü, TCP SYN paketindeki kaynak ve hedef adreslerin aynı bilgisayar olduğu paketlerin gönderilmesiyle gerçekleşir. Tek paket veya birkaç paket halinde gerçekleştirilebilen ve protokollerdeki açıklardan yararlanan saldırılardır. Bir diğer saldırı grubu ise sürekli isteklere dayalıdır. Hem sunucu bilgisayar hem de ağ meşgul. Örneğin bu, sunucuya kalıcı bir bağlantı isteğinde bulunulmasını içerebilir. Saldırıları tek bir makineden kaynaklanabileceği gibi bir ağ üzerinden sahip olunan birçok makine üzerinden de gerçekleştirilebilir. Bu tür makinelere zombi adı verilir. Eğer zombi kullanılmıyorsa yansıtıcı da kullanılabilir. Yansıtıcı herhangi bir sunucu olabilir. Şekil 6 dağıtık hizmet aksatma saldırısının senaryosu gösterilmektedir [27].



Şekil 6. DoS saldırı türleri

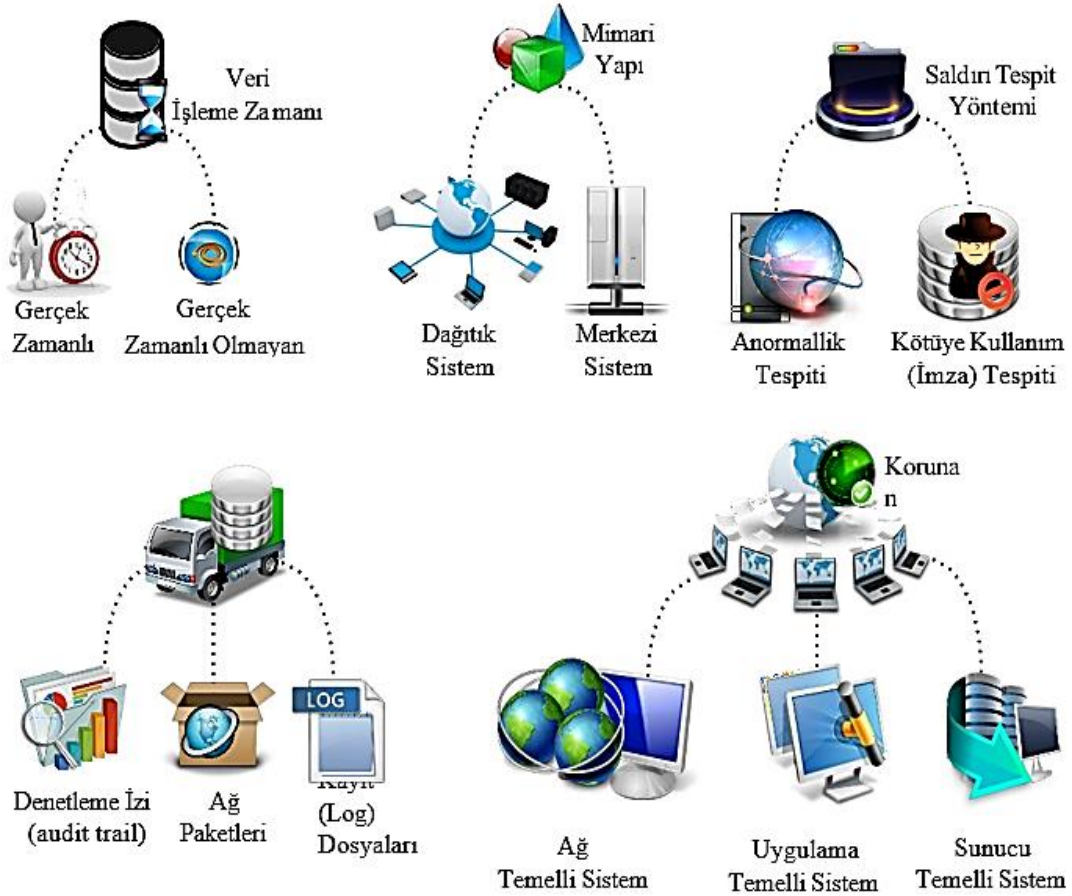
- **Arka Kapılar;** Bir tür kötü amaçlı yazılım olan arka kapı, bir sisteme uzaktan erişime izin vermek için oluşturulmuş bir yapıdır. Arka kapılar normal inceleme yoluyla keşfedilemez. Arka kapılar, yüklü programlar biçiminde olabilir veya programın üreticisi tarafından bilinen programların içine gizlice eklenmiş olabilir. Truva atı programları genellikle arka kapı saldırıları için kullanılır. Arka kapı, yapısı hakkında bilgisi olan birinin bilgisayardaki normal kimlik doğrulama sürecini atlmasına veya o bilgisayara uzaktan erişmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Bir sisteme sızmak için büyük çaba harcayan bilgisayar korsanları, aynı sisteme erişmenin daha kolay bir yolunu sağlamak isteyeceklerdir. En yaygın arka kapı tekniği, hedef sistemde bir kapıyı (portu) açık bırakmak ve onu gizlice dinleyen bir ajana bağlamaktır. Bu açıdan bakıldığında böyle bir ihlalin yaşanmaması için sisteminizde bulunan 1'den 65535'e kadar tüm portları iki kez taramanız gerekmektedir. Hem arka kapılar hem de Truva atları, sisteminize sızmak için tasarlanmış kötü amaçlı yazılımlardır. Truva atları kullanışlı programlara benzemektedir ancak arka kapılar yalnızca sisteminize erişim sağlayan gizli yapılardır. Arka kapılar bazen sistemi geliştiren programcıların test edilen sisteme erişim sağlamak için yararlandığı ancak daha sonra unutulmuş güvenlik açıkları olarak ortaya çıkar. Bu durumun farkında olan kötü niyetli kişiler bu yapılardan faydalanabilirler. Aslında programcılar bazen bu tür arka kapıları kasıtlı olarak bırakırlar. En popüler arka kapı iddialarından biri, Microsoft'un Windows işletim sisteminin her sürümünde bir NSA (Ulusal Güvenlik Ajansı) arka kapısı içermesidir. Bu iddianın bir nedeni Microsoft'un CryptoAPI yapısının tüm sürümlerinde NSAKey adı verilen ek bir oturum açma anahtarının bulunmasıdır [28, 34].

- **Sosyal Mühendislik;** çoğu zaman sosyal mühendislik, bazen de sosyal mühendislik olarak gördüğümüz bu kavram, bilgi sistemlerinin güvenliğine ilişkin temel kavramlardan biridir. Bilgi güvenliği sisteminin en önemli unsurlarından biri insan unsurudur. Sonuçta sistemler farklı bilgi düzeylerine sahip kişiler tarafından kullanılıyor veya yönetiliyor. Bilgi sistemlerindeki birçok olay insan faktöründen kaynaklanmaktadır. Bilinçli ya da bilinçsiz yapılan en ufak bir yanlış, çok kötü sonuçlar doğurabilir. Sosyal mühendislik, kötü niyetli bir saldırganın ilgisini çekecek bir sistem üzerinde, sisteme kayıtlı, sistem tarafından yönetilen veya sistemi kullanan kullanıcılara, sisteme erişmek için gereken bilgileri hedeflemek üzere çeşitli psikolojik ve sosyal tekniklerin kullanılmasıdır. Bu genel bir terimdir. Bu durumun en genel örneği telefon üzerinden kullanıcı adı ve şifre bilgilerinin alınmasıdır. Saldırgan, normal bir sistem kullanıcısıymış gibi sistem yöneticisinden kimlik bilgilerini alabilir. Sosyal mühendislik birçok yöntemi içerir ve tüm bu yöntem ve taktiklere karşı korunmanın en kolay yolu, sistem kullanıcılarını sürekli eğitmek ve sistem güvenlik politikalarını yönetici ve kullanıcılar tarafından uygulamaktır. Bilgi sistemlerindeki hataların çoğu insan kaynaklıdır. Dahili kullanıcılar aynı zamanda sisteminize en fazla zarar verenlerdir. Bu önemlidir çünkü iç bilgi güvenliği politikalarının ve eğitiminin önemini vurgulamaktadır. Bir diğer durum ise bir kurum veya şirket çalışanının işyerinden ayrılmasından sonraki durumdur. Fesih yapılan veya fesih yapılan kişinin süreç sonrasında ayrıldığı kuruma saldırıp zarar verme potansiyelinin olmaması için ek güvenlik tedbirlerinin alınması gerekmektedir [28].

- **Dolaylı Saldırıları;** üçüncü taraf bir bilgisayar tarafından başlatılan saldırılardır. Farklı saldırı türlerini kapsar. Dolaylı saldırılarda zombi bilgisayarlar olarak adlandırılan harici bilgisayarlar kullanılır ve bu da gerçek saldırganın bulunmasını zorlaştırır.
- **Kriptografik Saldırıları;** şifrelenmiş bilgilerin şifresini ele geçirmeyi amaçlayan bir saldırıdır. Bu saldırılar çeşitli kriptanaliz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bunlar arasında sözlük saldırıları, kaba kuvvet saldırıları, ortadaki adam saldırıları, yalnızca çip metni ve bilinen düz metinler seçilir. Düz metin veya şifreli metin (seçilmiş düz metin, parçalayıcı metin), uyarlanabilir seçilmiş düz metin ve ilgili anahtar saldırıları gibi saldırıları sıralamak mümkündür. Bu saldırılar aktif saldırı grupları olarak sınıflandırılır. Saldırıları ve bunları gerçekleştirmek için kullanılan araçlar teknik açıdan karmaşıklıktıkça, saldırganın sisteme karşı bu saldırıyı gerçekleştirmek için ihtiyaç duyduğu bilgi düzeyi azalır.
- **Sadece Şifreli Metin Saldırısı;** saldırganın mesajın içeriğini bilmediği ve yalnızca şifreli metin kullanılarak gerçekleştirilen saldırı türüdür.
- **Bilinen Düz Metin Saldırıları;** bir saldırgan, düz metin hakkında bilgi edinmek için şifreli metnin bir kısmını kullanabilir. Bu tür saldırı, saldırganın metni tahmin etmesine veya bölmesine olanak tanır. Bu adımdan sonra şifreli metnin şifresini çözmek için bu bilgiyi kullanabilirsiniz.
- **Kaba Kuvvet Saldırısı;** şifreli metni bulmak için her olasılığı deneyen bir saldırı türüdür. Bu, en basit ve en uzun çözümü gerektiren kriptografik saldırı türüdür.
- **Sözlük Saldırısı;** bu saldırı türünde saldırgan, farklı kelimelerden oluşan bir kelime listesini sözlük yapısında tutar. Bir saldırı sırasında, mesajı geri almak amacıyla bu sözlükteki kelimeler şifrelenmiş metinle karşılaştırılır [28].

Saldırı Tespit Sistemlerinin Sınıflandırılması

STS (Saldırı tespit sistemleri) çeşitli özelliklere göre sınıflandırılabilir. Genel olarak veri işleme süresi, mimari yapı, saldırı tespit yöntemleri, bilgi kaynakları ve korunan sistemler sınıflandırmaya temel olarak kullanılan özelliklerden bazılarıdır. Bugüne kadar STS farklı kriterlere göre sınıflandırılmıştır. STS'nin genel sınıflandırması Şekil 7'de gösterilmiştir. Sınıflandırma en sık kullanılan yöntemlere göre yapılır. Hırsız alarm cihazları, farklı özelliklere sahip olan Şekil 7'de gösterilen kategorilere ayrılabilir. Bu, sınıflandırmanın yapıldığı özelliğe bağlıdır. Örneğin; 1988 yılında geliştirilen ve IDES adı verilen STS'ler, gerçek zamanlı veri işleme süresi, merkezi sistem olarak mimari yapısı, sunucu tabanlı olarak kullanılan bilgi kaynakları ve saldırı tespit tekniklerine göre kategorize edilmektedir. Korunan sisteme bağlı olarak anormallik tespit yaklaşımları ve sunucu tabanlı STS sınıfındadır. Tanımlayıcı olarak kullanılan sınıflandırma özelliği, saldırı tespiti için kullanılan tek yaklaşım ise, IDES anormallik tespit sınıfına aittir. Bu durumda başka bir kriterden bahsedilmez. Ancak tüm bu özellikler STS'nin karakteristik yapısının belirlenmesinde önemlidir.[29].



Şekil 7. Saldırı tespit sistemlerinin sınıflandırılması [29]

SALDIRI TESPİT SİSTEMLERİNİ KARŞILAŞTIRMA VE ANALİZ

Saldırıları tespit etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Literatürde bugüne kadar uygulamalarda kullanılan yöntemlerden bazıları aşağıda listelenmiştir.

Metin Madenciliği: Metin madenciliği, metni yarı otomatik veya otomatik olarak işlemeye yönelik bir tekniktir. Kelimelerle çalışan metin madenciliği, metnin yapısının belirlenmesi, incelenmesi ve metinden bilgi çıkarılması sürecini içermektedir. Metin madenciliği araştırmasının amacı, log dosyalarında gizlenen milyonlarca büyük kelimeyi ham veri olarak ele almak ve bunları çeşitli teknikler kullanarak analiz etmek, böylece çeşitli ilginç ve gerekli bilgileri elde etmektir. Örneğin saldırı tespit yaklaşımı olarak, metin madenciliği yönteminin bir türü olan metin sınıflandırma, web uygulamalarına yetkisi olmayan erişimleri tespit etmek amacıyla kullanılabilir.

Ensemble Yöntemi (Ensemble Method): Güçlendirme algoritmalarına topluluk yöntemleri adı verilir ve literatürde makine öğrenmesi konularından biridir. Eklemeli algoritmaların temeli, daha güçlü bir öğrenme algoritması oluşturmak için çok sayıda zayıf öğrenme algoritmasını birleştirmektir. Karar ağaçları genellikle zayıf algoritmalar olarak seçilir. Bunun nedeni, oluşturulmasının kolay olması ve hızlı bir şekilde türetilmesidir. Yükseltme algoritmaları, diğer düşük performanslı sınıflandırıcılarla çalışan topluluk algoritmalarına benzer. Burada bir takım zayıf sınıflandırma teknikler kullanılarak güçlü bir sınıflandırıcı yapısı oluşturulur. Bununla birlikte, güçlü sınıflandırıcılar oluşturmaya çalışırken, modelin önceden yanlış sınıflandırdığı örnekleri daha iyi sınıflandırmasına yardımcı olmak için her zayıf sınıflandırıcıya bir ağırlık atanır. Chebrolu ve arkadaşları, doğru bir sınıflandırıcı oluşturmak için STS'nin önemli özelliklerini seçmek amacıyla topluluk yöntemlerine ait olan Naive Bayes yöntemini ve CART yöntemini kullanarak hibrit bir sistem geliştirdiler [29, 30].

Bağışık Sistemler (Immune Systems): Yapay bağışıklık sistemleri son yılların en popüler alanlarından biri haline geldi. Saldırı tespit sistemleri, robotik, kontrol, optimizasyon, anormallik tespiti

başta olmak üzere birçok alanda başarı elde etmiştir. Yapay bağışıklık sistemi, bir organizmanın bağışıklık sisteminin yapısının matematiksel modellemesinin çeşitli alanlardaki sorunları çözmek için kullanılmasına dayanan bir yapay zeka yöntemidir. Aickelin ve Greensmith, bağışıklık sistemi tarafından kullanılan DCA ve TLR algoritmalarının anormallikleri tespit etmek için kullanılabileceğini kaydetti. [29]

Veri Madenciliği (Data Mining): Bunlar, bir veritabanındaki geniş bir veri yelpazesinden ilginç gizli kalıpları ortaya çıkarmak için yapılan analizlerdir. Veriler arasındaki kalıpları ve ilişkileri bulmak ve yeni kurallar türetmek için kullanılır. Veri madenciliği tekniklerini kullanarak hesap takibi, günlüğe kaydetme vb. analizler yapılabilir. Birçok malzeme kullanılabilir. Normal aktivitelerinden sapan kişileri tespit edebilirsiniz [33].

Kural Tabanlı (Rule Based) Sistemler: Bu yapılandırılmış STS, saldırı analizi aşamasında ağ trafiğini denetler, çeşitli kurallar oluşturur ve bu kural tabanında keşfedilen kurallara göre etkinliği değerlendirir.

Açıklayıcı İstatistikler (Descriptive Statistics): Bu STS türü, kullanıcı veya sistem davranış kalıplarına göre bir model oluşturur. Bu istatistiksel model, çeşitli değişkenler kullanılarak oluşturulur ve sistem davranışının sürekli ölçümüyle belirlenir. Bu yapıdaki değişkenler şunları içerir: Bu, kullanılan disk alanını, oturum girişlerini, çıkışları, belirli bir süre içinde erişilen dosya sayısını, kullanılan disk alanını, kullanılan işlemci süresini ve belirli bir süre içindeki ağ bağlantısı sayısını içerir. Bu değişkenleri içeren kullanıcı profilleri oluşturmak için basit istatistikler kullanarak normal profilinizin dışındaki etkinlikleri saldırı olarak tanımlayabilirsiniz. İstatistiksel yöntemleri kullanmanın dezavantajlarından biri de saldırganın sistem üzerinden bu istatistikleri öğrenip ona göre hareket edebilmesidir [33].

Eşik Değeri Tespiti (Threshold Value): Bu STS türü, kullanıcı veya sistem davranış kalıplarına göre bir model oluşturur. Bu istatistiksel model, çeşitli değişkenler kullanılarak oluşturulur ve sistem davranışının sürekli ölçümüyle belirlenir. Bu yapıdaki değişkenler şunları içerir: Bu, kullanılan disk alanını, oturum girişlerini, çıkışları, belirli bir süre içinde erişilen dosya sayısını, kullanılan disk alanını, kullanılan işlemci süresini ve belirli bir süre içindeki ağ bağlantısı sayısını içerir. Bu değişkenleri içeren kullanıcı profilleri oluşturmak için basit istatistikler kullanarak normal profilinizin dışındaki etkinlikleri saldırı olarak tanımlayabilirsiniz. İstatistiksel yöntemleri kullanmanın dezavantajlarından biri de saldırganın sistem üzerinden bu istatistikleri öğrenip ona göre hareket edebilmesidir [33].

Durum Geçiş Analizi (State Transition Analysis): Bu yöntem, bir görevi tamamlamak için bir dizi ardışık durum olduğu önermesine dayanmaktadır. Bu düzen bir dizi durum değişikliğine neden olur. Saldırı olarak tanımlanabilecek olayların senaryosu belirlendikten sonra anahtar davranışlar imza davranışları olarak tanımlanır. Bu yapının temeli, bir saldırıyı tamamlamak için gereken minimum hamle sayısı olarak tanımlanan imza hamleleridir [33].

Uzman Sistemler (Expert System): Uzman sistem, belirli bir alanda geniş bilgi birikimine sahip, ilgili bilgilerle donatılmış, ilgili alandaki sorunlara o alanda uzmanmış gibi çözüm üretebilen ve aşağıdakileri yapabilen bir sistem olarak tanımlanmaktadır: Yeni bir durumdan mantıksal bir sonuç. Bilgi güvenliği alanında ilk STS bağlantılı sistemler kural tabanlı uzman sistemler olarak ortaya çıkmaktadır.

Örüntü Eşleştirme (Pattern Matching): Bu yöntemde sistemde olmaması gereken olay ve durumlar önceden tanımlanır. Sistemin yapısına bağlı olarak, sistem içerisinde kötü niyetli olarak değerlendirilen eylemler tanımlanabilmekte ve bu olay meydana geldiğinde saldırı uyarısı verilebilmektedir. Mesela “sistem dosyalarını sil” komutunu gördüğünüzde bunun bir saldırı olduğu olduğu tespit edilmektedir. Tablo 5.1 de , STS'de kullanılan teknolojileri temel özelliklerine göre karşılaştırmaktadır. [29,33].

Tablo 1. STS'lerde kullanılan tekniklerin karşılaştırılması [29,33]

Teknik	Tespit Yaklaşımı	Bilgi Kaynağı	Bilinen Saldırı	Bilinmeyen Saldırı	Başarım
Metin Madenciliği	Anormallik	Denetim verisi, Bilgi tabanı, Log kayıtları	Evet	Evet	Orta
Ensemble	Anormallik	STS Bilgi Tabanı	Evet	Evet	Orta
Bağışık Sistemler	Anormallik	Denetim Verisi, Bilgi Tabanı	Evet	Evet	Yüksek
Veri Madenciliği	Anormallik	Denetim Verisi, Bilgi Tabanı	Evet	Evet	Orta
İstatistiksel	Anormallik	Denetim Verisi, Kullanıcı Profili	Evet	Evet	Orta
Durum Geçiş Analizi	Kötüye Kullanım	Denetim Kayıtları, Bilinen Saldırı Durum Geçiş Diyagramları	Evet	Hayır	Yüksek
Örüntü Eşleştirme	Kötüye Kullanım	Denetim Kayıtları, Saldırı İmzaları	Evet	Hayır	Yüksek
Dosya Kontrol	Anormallik	Sistem Dosyaları	Evet	Evet	Yüksek
Uzman Sistemler Kural Tabanlı	Kötüye Kullanım	Kural Bilgi Tabanı	Evet	Hayır	Yüksek
Protokol Analizi	Anormallik	Denetim Kayıtları, Protokolün Kullanım Modeli	Evet	Evet	Düşük
Tuş Vuruşu İzleme	Kötüye Kullanım	Bilinen Saldırıların Bilgi Tabanı, Tuş Vuruşları	Evet	Hayır	Yüksek

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu araştırmada ağ güvenliğinde kullanılacak olan gerçek zamanlı bir saldırı tespit ve önleme sistemi için honeypot tabanlı bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen özgün yaklaşıma yönelik etkili bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem, düşük etkileşimli ve yüksek etkileşimli honeypotların mükemmel özelliklerini tek bir yapıda birleştiren, daha yüksek performanslı bir hibrit bal küpü sistemi olmasıyla karakterize edilmektedir. Honeypot sunucusu üzerinde meydana gelen ağ trafiği animasyon şeklinde görsel olarak izlenebilmektedir. Honeypot sunucularında STS uygulamalarını dinlemenin yanı sıra ağa bağlanarak saldırı savunma sistemi olarak da kullanılabilir. Bu amaçla imza tabanlı saldırı tespit yöntemleri sisteme entegre edilebilir. Geliştirilen STS uygulaması, açık kaynak kodlu saldırı tespit sistemi SNORT'un paket yakalama (sniffing) modülüne dayalı olarak dolandırıcılık faaliyetlerini tespit edebilmektedir. STS uygulaması tarafından yakalanan bir paket imza tabanlı bir saldırıyla eşleşirse paketin iletimini keserek ağınızı saldırıdan koruyabilirsiniz.

İmza tabanlı saldırı tespit yöntemlerinin dezavantajlarından biri olan yeni saldırı modellerinin tespit edilememesi (sıfır gün), honeypot sunucularından toplanan log kayıtlarının analiz edilmesiyle en aza indirilebilir. Honeypot sunucusu tarafından toplanan log kayıtları saldırı içeriğinin büyük bir kısmını içerdiğinden, log kayıtlarından imzalar oluşturularak imza tabanlı yeni saldırı modelleri eklenebilmektedir. Anormallik tespit yöntemleri, honeypot sunucuları tarafından toplanan günlükleri, saldırı dışı günlük kayıtlarından ayırmanıza olanak tanır. Honeypot sunucularından toplanan saldırı log kayıtları kullanılarak, anormallik tespit yöntemlerinin dezavantajlarından biri olan yüksek yanlış pozitif oranını önemli ölçüde azaltabilecek daha performanslı bir hibrit saldırı tespit yöntemi elde edilebilir. İzinsiz giriş önleme sistemi olarak bir STS uygulaması kullanıldığında, tüm ağ trafiği STS uygulaması üzerinden yönlendirilir. Bu, STS uygulamasını çalıştıran donanımın performansını zorlar ve darboğazlara neden olabilir. Bu darboğaz genel ağ performansını olumsuz etkiler. Bu sorunu çözmek için STS üzerindeki ağ trafiğinin donanım sınırlamalarıyla sınırlı olmadığı gömülü bir sistem

kullanabilirsiniz. STS uygulamalarının bu gömülü sistem donanımı üzerinde çalıştırılması, ağ performansı kaybını önlemektedir. Geliştirilen uygulama, kurumsal ağlarda bilgi güvenliği maliyetini azaltmak için benzersiz bir honeypot tabanlı saldırı tespit ve önleme sistemi önermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] 'Information', "Harrod's Librarians' Glossary and Reference Book", Tenth Edition Compiled by Ray Prytherch, p. 349, 2005.
- [2] Sağsan, M., "Gelişmişliğin Vazgeçilmez Unsuru: Ulusal Bilgi Politikası", Stratejik Analiz (15), 2001.
- [3] Baykara, M., Daş, R., Karadogan, İ., "Bilgi Güvenliği Sistemlerinde Kullanılan Araçların İncelenmesi", 1st International Symposium on Digital Forensics and Security (1. Uluslararası Adli Bilişim ve Güvenlik Sempozyumu)", 231-239, 20-21 Mayıs 2013, Elazığ
- Turkey.
- [4] Gökırmak Y., Bektaş O., Soysal M., Yiğit S., "Sanal IPv6 Balküğü Ağı Altyapısı: Kovan", Ulusal IPv6 Konferansı, 2011.
- [5] Gökırmak Y., Yüce E., Bektaş O., Soysal M., Orcan S., "IPv6 Balküğü Tasarımı", Tübitak Ulakbim, Ankara, 2011.
- [6] Malanik D., Kouril L., "Honeypot as the Intruder Detection System", In Proceedings of the 17th WSEAS International Conference on Computer, Kos(GR), pp. 96-101, 2013.
- [7] Riboldi Jordao da Silva Vargas, I.; Kleinschmidt, J.H., "Capture and Analysis of Malicious Traffic in VoIP Environments Using a Low Interaction Honeypot", Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina), vol.13, no.3, pp. 777, 783, March 2015.
- [8] Shukla, R., Singh, M., "PythonHoneyMonkey: Detecting malicious web URLs on client side honeypot systems", 3rd International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions), 2014, pp.1,5, 8- 10 Oct. 2014.
- [9] Koniaris, I., Papadimitriou, G., Nicopolitidis, P., Obaidat, M., "Honeypots deployment for the analysis and visualization of malware activity and malicious connections", 2014 IEEE International Conference on Communications (ICC), pp.1819-1824, 10-14 June 2014.
- [10] Song Li, Qian Zou, Wei Huang, "A new type of intrusion prevention system", 2014 International Conference on Information Science, Electronics and Electrical Engineering (ISEEE), vol.1, no., pp.361-364, 26-28 April 2014.
- [11] Chawda, K., Patel, A.D., "Dynamic & hybrid honeypot model for scalable network monitoring", 2014 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES), pp.1-5, 27-28 Feb. 2014.
- [12] Xiangfeng Suo, Xue Han, Yunhui Gao, "Research on the application of honeypot technology in intrusion detection system", 2014 IEEE Workshop on Advanced Research and Technology in Industry Applications (WARTIA), pp.1030-1032, 29-30 Sept. 2014.
- [13] Paul, S., Mishra, B.K., "Honeypot based signature generation for defense against polymorphic worm attacks in networks" 2013 IEEE 3rd International Advance Computing Conference (IACC), pp.159-163, 22-23 Feb. 2013.
- [14] Beham, M., Vlad, M., Reiser, H.P., "Intrusion detection and honeypots in nested virtualization environments", 2013 43rd Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN), pp.1-6, 24-27 June 2013.
- [15] Liu Dongxia, Zhang Yongbo, "An Intrusion Detection System Based on Honeypot Technology", 2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE), vol.1, pp.451-454, 23-25 March 2012.

- [16] Pomsathit, A., "Effective of Unicast and Multicast IP Address Attack over Intrusion Detection System with Honeypot", 2012 Spring Congress on Engineering and Technology (S-CET), pp.1-4, 27-30 May 2012.
- [17] Jiang Zhen, Zhenxiang Liu, "New honeypot system and its application in security of employment network", 2012 IEEE Symposium on Robotics and Applications (ISRA), pp.627-629, 3-5 June 2012.
- [18] Akiyama, M., Kawakoya, Y., Hariu, T., "Scalable and Performance-Efficient Client Honeypot on High Interaction System", 2012 IEEE/IPSJ 12th International Symposium on Applications and the Internet (SAINT), pp.40-50, 16-20 July 2012.
- [19] Buvanewari, M., Subha, T., "IHoneycol: A distributed collaborative approach for mitigation of DDoS attack", International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES), pp.340-345, 21-22 Feb. 2013.
- [20] Mehta, V., Bahadur, P., Kapoor, M., Singh, P., Rajpoot, S., "Threat prediction using honeypot and machine learning," International Conference on Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE), pp.278-282, 25-27 Feb. 2015.
- [21] Li Li., Sun Hua., Zhenyu Zhang., "The research and design of honeypot system applied in the LAN security," IEEE 2nd International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), pp.360-363, 15-17 July 2011.
- [22] Bernd-Jan de Rooij, "Augmented Reality & E-Learning Possible Solutions For The Nautical Industry", VDR-Ballastwasser-Symposium, 8-9 September 2015.
- [23] Pasin, Ş., "Çok Algılayıcı Saldırı Tespit Sistemleri", Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Veri ve Ağ Güvenliği Dersi Projesi, 2002.
- [24] Abd Almonim Nour Albashir, A., "Detecting unknown vulnerabilities using Honeynet," First International Conference on Anti-Cybercrime (ICACC), pp.1-4, 10-12 Nov. 2015.
- [25] G. Canbek, Ş. Sağıroğlu, "Bilgisayar Sistemlerine Yapılan Saldırı ve Türleri: Bir İnceleme", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23(1-2)1-12(2007).
- [26] G. Canbek, Ş. Sağıroğlu, "Bilgisayar Sistemlerine Yapılan Saldırı ve Türleri: Bir İnceleme", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23(1-2)1-12(2007).
- [27] Sazli, H., M., Tanrikulu, H., "Saldırı Tespit Sistemlerinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması", XII. Türkiye'de İnternet Konferansı 8-10 Kasım, Ankara, 2007.
- [28] G. Canbek, Ş. Sağıroğlu, "Bilgisayar Sistemlerine Yapılan Saldırı ve Türleri: Bir İnceleme", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23(1-2)1-12(2007).
- [29] Sancak, S., "Saldırı Tespit Sistemi Tekniklerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2008.
- [30] Özgür, A., Erdem, H., "Saldırı Tespit Sistemlerinde Kullanılan Kolay Erişilen Makine Öğrenme Algoritmalarının Karşılaştırılması", Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt:5, Sayı:2, Mayıs 2012
- [31] Sancak, S., "Saldırı Tespit Sistemi Tekniklerinin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2008
- [32] Baykara, M., Daş, R., "A Survey On Honeypot Technologies Used In Intrusion Detection System", 16th International Conference on Science and Innovative Engineering (ICSIE), pp. 14-19 November 2015, Prague.
- [33] Güven, E., N., "Zeki Saldırı Tespit Sistemlerinin İncelenmesi, Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [34] Waksman, A., Sethumadhavan, S., "Silencing Hardware Backdoors", 2011 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), pp.49-63, 22-25 May 2011.

**FARKLI NANO MALZEMELER İLE MODİFİYE EDİLMİŞ VERNİKLERİN AHŞAP
MALZEMEDE RENK TASARIMINA ETKİSİ**
**THE EFFECT OF VARNISHES MODIFIED WITH DIFFERENT NANO MATERIALS ON
COLOUR DESIGN IN WOOD MATERIALS**

Cansu ÖZDER

Dr. Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliği, Ankara-Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9577-0571>

Musa ATAR

Prof. Dr. Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliği, Ankara-Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3944-5512>

ÖZET

Bu çalışma, ahşap malzemede kullanılan bazı verniklerin nano malzemeler ile modifiyesinin renk tasarımına etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) ve sapsız meşeden (*Quercus petraea* Liebl.) hazırlanan örnekler, % 0,1 ve % 0,3 nano bor ve nano gümüş katılan su bazlı ve sentetik vernik ile ASTM-D 3023 esaslarına göre verniklenmiştir. Verniklerde renk değişimi ASTM D 2244-2'ye göre belirlenmiştir. Sonuç olarak; kırmızı renk değerinde malzeme çeşidi bakımından en yüksek Doğu kayını, sentetik vernik, nano gümüş ve % 0,1'de, en düşük sarıçam, su bazlı vernik, nano bor ve % 0,3'de tespit edilmiştir. Sarı renk değerinde malzeme çeşidi bakımından en yüksek sarıçamda, sentetik vernik, nano gümüş ve % 0,1'de, toplam renk değişiminde nano bor için; en yüksek sentetik vernik+% 0,1 nano bor+sarıçamda (72,57), en düşük su bazlı vernik+% 0,1 nano bor+Doğu kayınında (44,02), nano gümüş için; en yüksek su bazlı vernik+% 0,3 nano gümüş+Doğu kayınında (12,98), en düşük su bazlı vernik+% 0,1 nano gümüş+Doğu kayınında (1,94) tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kırmızı ve sarı renk değerinde nano gümüşün artırıcı, nano borun azaltıcı etki yaptığı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Ağaç malzeme, nano gümüş, nano bor, renk değerşimi, üst yüzey işlemleri

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of modification of some varnishes used in wood materials with nano materials on color design. For this purpose, samples prepared from Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.), Oriental beech (*Fagus Orientalis* L.) and Sapless oak (*Quercus petraea* Liebl.) were varnished with water-based and synthetic varnish containing 0.1% and 0.3% nano boron and nano silver according to ASTM-D 3023. The color change in varnishes was determined according to ASTM D 2244-2. As a result, the highest red color value was found in Oriental beech, synthetic varnish, nano silver and 0.1%, and the lowest in yellow pine, water-based varnish, nano boron and 0.3%. In terms of material type in yellow color value, the highest in Scots pine, synthetic varnish, nano silver and 0.1%, for nano boron in total color change; the highest in synthetic varnish + 0.1% nano boron + Scots pine (72.57), the lowest in water-based varnish + 0.1% nano boron + Oriental beech (44.02), for nano silver; the highest water-based varnish + 0.3% nano silver + Oriental beech (12.98), the lowest water-based varnish + 0.1% nano silver + Oriental beech (1.94). According to these results, it can be said that nano silver has an increasing effect and nano boron has a decreasing effect on red and yellow color value.

Key words: Wood material, nano silver, nano boron, colour change, surface processes

1.GİRİŞ

Ağaç malzeme ürün haline getirildikten sonra renk önemli bir yüzey özelliğidir. Boya ve vernikler ile ağaç malzemenin doğal güzelliği daha belirgin hale gelip, albenisi artmaktadır. Ahşaba alternatif birçok malzeme olmasına rağmen ahşabın doğal yapısı tercih edilme sebeplerindedir. Ancak doğal olması bazı dış faktörler tarafından deforme olmasına neden olmaktadır. Ahşap yüzeyin bozulması renginde solma ile başlamaktadır. Ahşap esaslı ürünlere koruma amaçlı işlemlerin yapılması gerekmektedir. Özellikle bu işlemler vernikleme, emprenye gibi süreçlerdir. Günümüzde ahşap yüzeyler nanoteknolojik kimyasallarla ve modifiye edilmiş ürünlerle kaplanmaktadır.

Nanoteknoloji birçok çeşitli alanda hayatımıza girmektedir (Nanoteknoloji strateji grubu, 2004). Nanoteknoloji ile malzemenin molekül yapısında değişiklikler yapılarak yeni ürünler meydana gelmektedir. Olabilmektedir (Çeliker, 2005; Başaran, 2002).

Nano malzeme teknolojisi, birçok alanda olduğu gibi, ağaç malzemedeki, koruma amaçlı kullanılan kimyasal maddeler ve verniklerin yanısıra vb işlemlerde ilave ve yeni bazı özellikler kazandırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır.

Atar ve ark. (2018) kayın, meşe, kara kavak, sarıçam ve Uludağ göknarı odunlarını 165-175°C ısı ve 2 - 4 saatlik süreyle 4 periyotluk ısı işlemi yapıp, parke verniği, sentetik ve su bazlı vernik uygulamasından sonra "Toplam renk değişimi" düzeyinin sentetik vernikte 175/2 °C/saatlik ısı işlem uygulamasında kavak odununda (60,96) olduğunu tespit etmişlerdir (Atar vd., 2018).

Yalınkılıç ve Sönmez (2009) kayın, meşe, sarıçam odunlarını çeşitli ahşap boya ile işleme almışlardır. Renk değişimine bakılmış ve en çok renk değişim düzeyinin vernik uygulamasında (boyalı/tek bileşenli) meşe odununda meydana geldiğini bildirmişlerdir (Yalınkılıç ve Sönmez, 2009).

Atar (1999), kestane, kayın ve meşe odun türlerini farklı koruyucularla renk açma işlemine tabi tutup, en yüksek parlaklık değerinin sarıçam odununda gerçekleştiğini belirlemiştir (Atar, 1999).

Kayın ve ceviz odunlarının dekoratif özellikleri incelenmiştir. Örnekler hidro yağlar ile kaplanmıştır. Daha sonra her iki örnek numuneleri yüksek parlaklığa sahipken, kontrol örneklerinin düşük parlaklık gösterdiği tespit edilmiştir (Palija vd., 2021).

Peker (1997), sarıçam ve kestane odunlarına emprenye ve vernikleme yaptıktan sonra açık hava şartlarında bekleterek renk, parlaklık, sertlik, yüzey yapışma değerlerini incelemiştir. Bunun sonucunda kestane odununun, sarıçam odununa göre daha az renk değiştirdiğini, poliüretan verniğin birinci derecede, sentetik verniğin ise ikinci derecede örneklerin sertliğini etkilediğini tespit etmiştir (Peker, 1997).

Altıparmak (2017) sarıçam, kayın, meşe odunlarına poliüretan, akrilik, sentetik verniklerle uygulama yapmıştır. Parlaklığın, katman derecesinin artması ile arttığını belirlemiştir (Altıparmak, 2017)

Nanoteknoloji araştırmaları, malzeme yapısını molekül düzeyinde değiştirebileceğini gösterir. Nano malzemelerin eklenmesiyle ürünlerde ışığa ve alev direnç, güçlü mekanik ve ısı performans özellikleri sağlanmaktadır (Çeliker, 2005).

Nano malzemeler organik materyallerle istenen özelliklerin yapılabilmesini sağlar. Ahşap malzemenin mekanik ve higroskopik özellikleri, biyolojik direnci gibi nitelikleri ile ahşap nano malzemeler ile emprenye edilebilir (Xanthos, 2005; Akhtari vd., 2012).

Nano gümüş ile emprenye edilen ahşap malzemedeki kırılma modülü kayın ağacında %4,8 azalırken kavak ağacında %1,7 arttığı tespit edilmiştir (Taghiyari vd., 2012).

Pelit ve Korkmaz (2018), kayın odununa Nano-grafen (NG) katkılı su bazlı vernik uygulanarak yüzey pürüzlük değerleri ile ilgili çalışma yapmıştır. Ağırlıkça % 0,25, % 0,50 ve % 1 oranında nano-grafen su bazlı verniğe eklenerek oluşturulan vernik çözeltisi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda vernik içerisine ilave edilen nano-grafen artışına bağlı olarak numunelerin yüzey pürüzlülüğünde az miktarda artış görülmüştür (Pelit ve Korkmaz, 2018).

Ahşap yüzeylerin korunmasında nano teknolojinin kullanılması yeni bir çalışma alanıdır. Yapılan bazı çalışmalarda yüzey koruyucuların içerisinde %10'dan daha az miktarda nano partikül karıştırılması ile ahşabın yüzey sağlamlığı etkili bir şekilde artırılabilir (Cristea, 2010).

Nanoteknoloji ve nano malzemeler birçok farklı alanda hayatımıza girmektedir. Nanoteknoloji maddenin atom veya molekül boyutunda kontrolünü sağlayan bir teknolojidir. Kontrol edilebilir özellikleri onlara istenilen özelliklerin verilebilmesini ve çeşitli alanlarda kullanılacak yüksek performanslı malzeme ve sistemler üretilmesine imkan sağlamaktadır (Kasap, 2012).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Ağaç malzeme

Çalışmada ağaç türü olarak; sarıçam (*Pinus sylvestris L*), Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) ve sapsız meşe (*Quercus petraea Liebl.*) odunları seçilmiştir. Ağaç malzemeler ISO3129 esaslarına uyularak Ankara'daki kereste işletmelerinden temin edilmiştir.

2.2. Vernikler

Örneklerin verniklenmesinde su bazlı (Sb) ve sentetik (Sn) vernik kullanılmıştır. Uygulanacak vernik miktarının tespitinde katı madde miktarı, üretici firma önerileri dikkate alınmıştır. Su bazlı vernikler su ile inceltilen, su ile karışabilen ve alkid, akrilik, poliüretan gibi sentetik reçinelerden üretilmektedirler (Baykan vd., 2000). Çalışmada kullanılan verniğin kuruma süresi 20°C, % 40-65 bağıl nemdedir. Uygulama metodu fırça ile yapılmaktadır. Sentetik vernik, su ve neme karşı dayanıklıdır. Çalışmada kullanılan sentetik verniğin tam kuruması 48 saat, uygulama sıcaklığı 5°C - 35°C arasındadır.

2.3. Nano malzemeler

Deneylerde güçlü bir antimikrobiyal özellik göstermesinden dolayı nano gümüş ve nano bor kullanılmıştır. Üretici firma önerileri de dikkate alınarak nano malzemeler %0,1 ve %0,3 oranlarında karışımlar hazırlanarak vernik içerisinde karıştırılmıştır.



Resim 2.1. Nano malzeme karışımları

2.4. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü olmayan, reçinesiz, büyüme kusuru bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış ağaç malzemelerin diri odun kısımlarından hazırlanmıştır. Kaba halde kesilen örneklerin hava kurusu hale gelmesi için deney örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $\%65 \pm 5$ bağıl nemde olan iklimlendirme odasında ağırlığı değişmez hale gelene kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen numuneler daire testere makinesinde 100x100x10 mm boyutlarına getirilmiştir.



Resim 2.2. Verniksiz deney örnekleri

2.5. Deney örneklerinin verniklenmesi

Uygulama öncesi örnek yüzeyleri lif kabarmaları giderilecek şekilde zımparalanıp, tozları alındıktan sonra verniklenmiştir. Vernikleme işlemi ASTM-D-3023’de (ASTM-D3023, 2017) belirtilen esaslara uyularak yapılmıştır. Örneklerin verniklenmesinde, su bazlı ve sentetik vernik içerisinde % 0,1 ve % 0,3 oranlarında nano malzemeler ilave edilmiştir. Fırça ile su bazlı vernik 160 gr/m², sentetik vernik 120 gr/m² hesabıyla 3 kat uygulanmıştır. Vernikleme 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında gerçekleştirilmiştir. Resim 4.3’de deney örneklerinin verniklenmesi gösterilmiştir.



Resim 2.3. Deney örneklerinin verniklenmesi

3. Metot

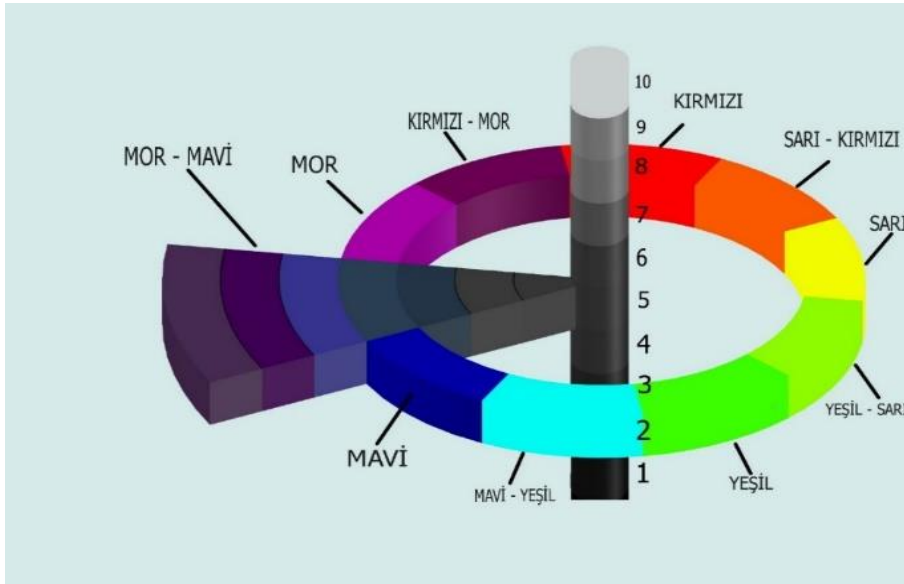
3.1. Renk ölçümü

Renk ölçümü, ASTM D 22442’e uygun olarak “MINOLTA CR-231” model renk ölçüm aletiyle yapılmıştır (ASTM D 2244, 2021; ASTM-D 2244-2 E1, 2003). Resim 3.1’de renk sistemi esaslarına (CIE L*a*b*) göre işlem yapan cihaz ve MINOLTA CR-231 renk ölçüm cihazı gösterilmiştir.



Resim 3.1. Renk ölçüm cihazı (Minolta CR-231, 1990)

CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki değişiklikleri ve yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre belirlenmektedir. L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde bulunmaktadır (Oliver vd., 2009). CIEL*a*b* renk alanı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. CIELAB-76 renk alanı (Johansson, 2005)

Renk farklarının hangi koordinat düzleminde etkili olduğunu tespit etmek için kırmızı (a*), sarı (b*) ve siyah-beyaz (L*) verileri birbirinden ayrı olarak analiz edilmiştir.

Toplam renk değişimi (ΔE^*); $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ eşitliğinden faydalanılarak belirlenmiştir. ΔE^* nin düşük değerde olması, renk değişiminin ya çok az ya da hiç olmadığını göstermektedir. Ölçüm sonuçlarına göre vernikli nano malzeme uygulanmamış (kontrol) deney örnekleri ile vernikli örnekleri karşılaştırmak için MSTAT-C programı ile toplam renk değişimleri bulunmuştur.

3.2. Verilerin değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirmesinde, “MSTAT-C” programından faydalanılmıştır. Ağaç malzeme türü, vernik, nano malzeme ile nano malzeme % katılım oranlarının renk değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için gruplar arasında “çoklu varyans (ANOVA) analizi” kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde etki derecesi Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Renk Değişimi

Ağaç malzeme yüzeylerinde nano malzeme ilave edilmiş verniklerin kırmızı (a*), sarı (b*), siyah-beyaz (L*) renk değerleri ve “toplam renk değişimine” (ΔE^*) etkileri belirlenmiştir.

4.1.1. Kırmızı renk değişimi (a*)

Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranına göre kırmızı (a*) renk değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranına göre elde edilen kırmızı (a*) renk değerleri

Ağaç Türü*	\bar{X} (Renk a)	HG
Doğu Kayını (Dk)	9,885	A
Meşe (M)	6,564	B
Sarıçam (Sç)	5,496	C
Vernik çeşidi**		
Sentetik (Sn)	7,612	A
Su bazlı (Sb)	7,018	B
Nano malzeme**		
Nano gümüş (G)	9,789	A
Nano bor (B)	4,841	B
Nano malzeme % katılım oranı*		
Kontrol (K)	9,374	A
% 0,1 (1)	6,543	B
% 0,3 (3)	6,028	C
LSD*=0,2927, LSD**=0,2390 \bar{X} : Aritmetik ort., HG: Homojenlik grubu, LSD: Önemli En Küçük Fark		

Kırmızı renk değeri ağaç türü bakımından en yüksek Doğu kayını (9,885), en düşük sarıçamda (5,496), vernik çeşidi en yüksek sentetik vernikte (7,612), en düşük su bazlı vernikte (7,018), nano malzeme en yüksek nano gümüşte (9,789), en düşük nano borda (4,841), nano malzeme % katılım oranı en yüksek % 0,1’de (6,543) en düşük 0,3’de (6,028) bulunmuştur.

Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranlarının kırmızı renk değerlerine ilişkin ikili etkileşim değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % oranının ikili etkileşime göre elde edilen kırmızı renk değerleri

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

İşlem çeşidi					
Ağaç Türü+vernük çeşidi*	\bar{X}	HG	Ağaç türü+ nano malzeme *	\bar{X}	HG
DkSn	10,70	A	DkG	13,52	A
DkSb	9,074	B	MG	8,697	B
MSn	7,187	C	SçG	7,147	C
SçSb	6,039	D	DkB	6,247	D
MSb	5,941	D	MB	4,431	E
SçSn	4,952	E	SçB	3,844	F
Vernük çeşidi+nano malzeme**					
SnG	9,955	A	SnB	5,269	B
SbG	9,623	A	SbB	4,413	C
Ağaç türü +nano malzeme % katılım oranları ***					
DkK	13,43	A	M1	5,812	DE
Dk1	8,510	B	M3	5,495	E
MK	8,387	B	Sç1	5,307	EF
Dk3	7,710	C	Sç3	4,879	F
SçK	6,301	D			
Vernük çeşidi+nano malzeme % oranları *			Nano malzeme+nano malzeme % oranları *		
Sentetik+kontrol (SnK)	9,903	A	Nanogümüş+%1 (G1)	10,27	A
Su bazlı+kontrol (SbK)	8,845	B	Nanogümüş+%3 (G3)	9,738	B
Sentetik+%1 (Sn1)	6,799	C	Nanobor+kontrol(BK)	9,393	B
Su bazlı+%1 (Sb1)	6,287	D	Nanogümüş+kontrol (GK)	9,355	B
Sentetik+%3 (Sn3)	6,134	D	Nano bor+%1 (B1)	2,812	C
Su bazlı+%3 (Sb3)	5,922	D	Nano bor+%3 (B3)	2,318	D
LSD*= 0,4139, LSD**=0,3380, LSD***= 0,5070					

Kırmızı renk değeri ağaç türü+vernük çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek Doğu kayını+sentetik vernükte (10,70), en düşük sarıçam+sentetik vernükte (4,952) bulunmuştur. Kırmızı renk değeri birinci derecede ağaç türünün, ikinci derecede vernük çeşidinin etkili olduğu söylenebilir. Ağaç türü+nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek Doğu kayını+nano gümüşte (13,52), en düşük sarıçam+nano borda (3,844) bulunmuştur. Kırmızı renk değeri birinci derecede nano malzeme çeşidi, ikinci derecede ağaç türünün etkili olduğu söylenebilir. Nitekim kırmızı renk değeri bakımından nano gümüşün artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Vernük ve nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek sentetik vernük+nano gümüşte (9,955), en düşük su bazlı vernük+nano borda (4,413), ağaç türü+nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek Doğu kayını+% 0,1'de (8,510), en düşük sarıçam+% 0,3'de (4,879), vernük çeşidi, nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek sentetik vernük % 0,1'de (6,799), en düşük su bazlı vernük % 0,3'de (5,922) bulunmuştur. Nano malzeme % katılım oranı arttıkça kırmızı renk değerini azaltıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Nano malzeme çeşidi ve nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek nano gümüş+% 0,1'de (10,27), en düşük nano bor+% 0,3'de (2,318) elde edilmiştir. Buna göre kırmızı renk değerinde nano gümüşün artırıcı, nano borun azaltıcı etki yaptığı söylenebilir. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranlarının kırmızı renk değerine ilişkin değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Ağaç türü+vernük çeşidi+nano malzeme çeşidine göre elde edilen kırmızı (a*) renk değerleri

Ağaç türü+ vernük çeşidi+nano malzeme*					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
DkSnG	14,99	A	SçSnG	6,062	F
DkSbG	12,56	B	DkSbB	5,591	FG
MSnG	9,315	C	MSnB	5,060	G
SçSbG	8,232	CD	SçSbB	3,847	H
MSbG	8,080	D	SçSnB	3,842	H
DkSnB	6,904	E	MSbB	3,802	H
Ağaç türü+ vernük çeşidi+nano malzeme % katılım oranları **					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
DkSnK	14,40	A	MSn1	6,383	FG
DkSbK	12,47	B	SçSb1	5,842	GH
MSnK	9,613	C	SçSnK	5,692	GH
DkSn1	9,240	CD	MSn3	5,566	HI
DkSn3	8,444	D	MSb3	5,423	HI
DkSb1	7,780	E	SçSb3	5,366	HI
MSbK	7,160	E	MSb1	5,240	HI
DkSb3	6,976	E	SçSn3	4,773	IJ
SçSbK	6,910	E	SçSn1	4,391	J
Ağaç türü+ nano malzeme+nano malzeme % katılım oranları **					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
DkG1	14,14	A	SçG3	7,263	E
DkBK	13,56	A	SçGK	6,331	F
DkGK	13,31	AB	SçBK	6,271	F
DkG3	13,11	BC	DkB1	2,882	G
MG1	8,836	C	MB1	2,787	G
MG3	8,835	C	SçB1	2,768	G
MGK	8,421	CD	SçB3	2,494	G
MBK	8,352	CD	DkB3	2,305	G
SçG1	7,847	DE	MB3	2,154	G
Vernük çeşidi+nano malzeme % katılım oranları *					

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
SbG1	10,31	A	SbBK	8,869	B
SnG1	10,24	A	SbGK	8,821	B
SnBK	9,916	A	SnB1	3,357	C
SnGK	9,890	A	SnB3	2,533	D
SbG3	9,741	A	SbB1	2,267	D
SnG3	9,735	A	SbB3	2,103	D
LSD*= 0,5854 LSD**=0,7169					

Kırmızı renk değeri ağaç türü, vernik ve nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek Doğu kayını+sentetik vernik+nano gümüşte (14,99), en düşük meşe+su bazlı vernik+nano borda (3,802), ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek Doğu kayını+% 0,1 sentetik vernikte (9,240), en düşük sarıçam+% 0,1 sentetik vernikte (4,391), ağaç türü, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranı etkileşimine göre en yüksek Doğu kayını+nano gümüş+% 0,1'de (14,14), en düşük meşe+nano bor+% 0,3'de (2,154), vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranının etkileşimine göre en yüksek su bazlı vernik+nano gümüş+% 0,1'de (10,31), en düşük su bazlı vernik+nano bor+% 0,3'de (2,103) bulunmuştur. Birinci derecede nano malzemenin, ikinci derecede verniğin ve üçüncü derecede nano malzeme % katılım oranının etkili olduğu söylenebilir. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme çeşidi ve nano malzeme % katılım oranının kırmızı renk tonu etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranının kırmızı renk değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Factor A	2	628,656	314,328	476,1562	0,0000
Factor B	1	15,869	15,869	24,0385	0,0000
AB	2	64,649	32,325	48,9666	0,0000
Factor C	1	1101,707	1101,707	1668,9070	0,0000
AC	2	128,802	64,401	97,5570	0,0000
BC	1	3,085	3,085	4,6726	0,0323
ABC	2	15,931	7,966	12,0666	0,0000
Factor D	2	389,575	194,788	295,0718	0,0000
AD	4	116,771	29,193	44,2223	0,0000
BD	2	5,522	2,761	4,1827	0,0172
ABD	4	8,805	2,201	3,3347	0,0121
CD	2	559,240	279,620	423,5789	0,0000
ACD	4	77,185	19,296	29,2307	0,0000
BCD	2	2,653	1,326	2,0093	0,1378
ABCD	4	10,078	2,520	3,8168	0,0056
Error	144	95,060	0,660		
Total	179	3223,589			
Factor A:Ağaç Factor B:Vernik Factor C:Nano Factor D:%					

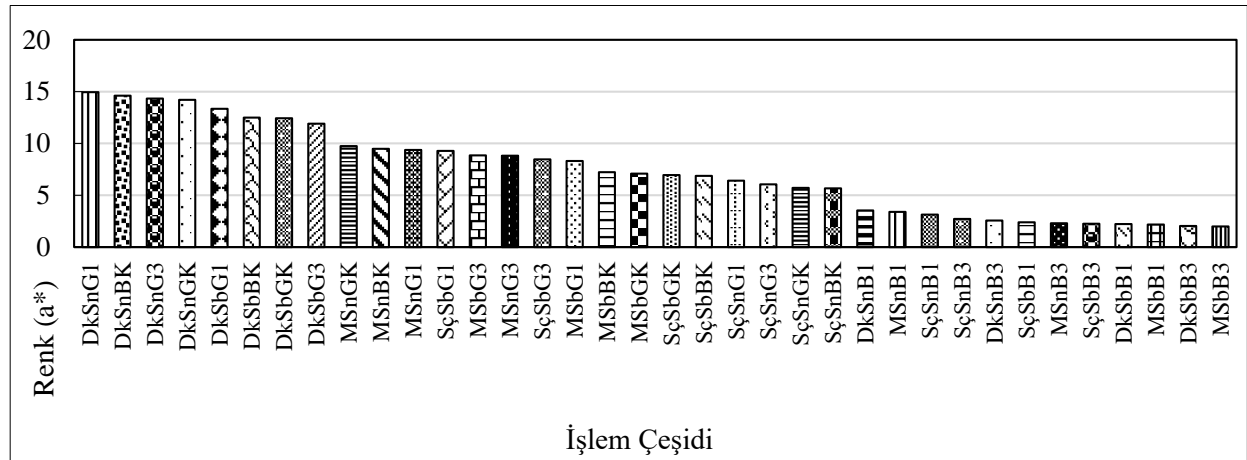
Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme çeşidi ve nano malzemelerin % katılım oranının kırmızı (a*) renk değerine etkileri, ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme çeşidi ve nano malzeme % katılım oranı etkileşimleri bakımından istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemli çıkmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranına göre elde edilen kırmızı renk değerleri

İşlem Çeşidi	\bar{X} (Renk a*)	HG	İşlem Çeşidi	\bar{X} (Renk a*)	HG
DkSnG1	14,94	A	SçSbGK	6,944	HI
DkSnBK	14,61	A	SçSbBK	6,876	HI
DkSnG3	14,33	AB	SçSnG1	6,412	HIJ
DkSnGK	14,20	BC	SçSnG3	6,056	IJ
DkSbG1	13,34	CD	SçSnGK	5,718	J
DkSbBK	12,50	CD	SçSnBK	5,666	J
DkSbGK	12,43	D	DkSnB1	3,542	K
DkSbG3	11,90	E	MSnB1	3,396	KL
MSnGK	9,752	EF	SçSnB1	3,134	KLM
MSnBK	9,475	EFG	SçSnB3	2,726	KLM
MSnG1	9,370	EFG	DkSnB3	2,562	KLM
SçSbG1	9,282	EFG	SçSbB1	2,402	KLM
MSbG3	8,848	EFG	MSnB3	2,310	LM
MSnG3	8,822	EFG	SçSbB3	2,262	LM
SçSbG3	8,470	FG	DkSbB1	2,222	LM
MSbG1	8,302	G	MSbB1	2,178	M
MSbBK	7,230	H	DkSbB3	2,048	M
MSbGK	7,090	HI	MSbB3	1,998	M

LSD*=1,014 \bar{X} : Aritmetik ort., HG: Homojenlik grubu, LSD: Önemli En Küçük Fark

Kırmızı renk değeri, ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme çeşidi, nano malzeme % katılım oranı etkileşiminde en yüksek Doğu kayını+sentetik vernik+% 0,1 nano gümüşte (14,94), en düşük ise meşe+su bazlı vernik+% 0,3 nano borda (1,998) bulunmuştur. Kırmızı renk değerinde, birinci derecede ağaç türü, ikinci derecede nano malzeme, üçüncü derece vernik ve dördüncü derecede nano malzeme % katılım oranının etkili olduğu söylenebilir. Ağaç türü+ vernik çeşidi+nano malzeme çeşidi ve nano malzeme % katılım oranına göre kırmızı renk değişmelerine ait grafik Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İşlem çeşidine göre kırmızı (a*) renk değeri değişmeleri

4.1.2. Sarı renk değişimi (b*)

Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranına göre sarı (b*) renk değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranına göre elde edilen sarı (b*) renk değerleri

Ağaç Türü*	\bar{X} (Renk b)	HG
Sarıçam (Sç)	25,26	A
Doğu Kayını (Dk)	23,91	B
Meşe (M)	22,22	C
Vernik çeşidi**		
Sentetik (Sn)	24,21	A
Su bazlı (Sb)	23,38	B
Nano malzeme**		
Nano gümüş (G)	32,87	A
Nano bor (B)	14,72	B
Nano malzeme % katılım oranı*		
Kontrol (K)	32,45	A
% 0,1 (1)	19,84	B
% 0,3 (3)	19,10	C
LSD*=0,4022, LSD**=0,3284, LSD***=0,050		

Sarı renk değeri ağaç türü bakımından en yüksek sarıçamda (25,26), en düşük meşede (22,22) bulunmuştur. Sarı renk değeri ağaç türleri arasında farklı çıkmıştır. Bu durum ağaç türlerinin karakteristik özelliklerinden kaynaklanabilir. Vernik çeşidi bakımından en yüksek sentetik vernikte (24,21), en düşük su bazlı vernikte (23,28), nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek nano gümüşte (32,87), en düşük nano borda (14,72) bulunmuştur. Bu durum farklı nano malzeme yapılarından kaynaklanabilir. Sarı renk değeri nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek % 0,1'de (19,84), en düşük % 0,3'de (19,10) bulunmuştur. Sarı renk değerinde, nano malzeme % katılım oranı arttıkça çok az azalma tespit edilmiştir. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranlarının sarı renk değerlerine ilişkin ikili etkileşim değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % oranının ikili etkileşime göre elde edilen sarı renk değerleri

İşlem çeşidi					
Ağaç türü+vernik çeşidi*	\bar{X}	HG	Ağaç türü+ nano malzeme *	\bar{X}	HG
SçSb	26,14	A	SçG	35,17	A
DkSn	25,23	B	DkG	32,96	B
SçSn	24,38	C	MG	30,48	C
MSn	23,01	D	SçB	15,35	D
DkSb	22,58	D	DkB	14,85	D
MSb	21,43	E	MB	13,96	E

Vernik çeşidi+nano malzeme**					
SnG	32,94	A	SnB	15,47	B
SbG	32,80	A	SbB	13,97	C
Ağaç türü +nano malzeme % katılım oranları ***					
SçK	33,93	A	Dk1	19,80	E
DkK	32,76	B	Dk3	19,16	EF
MK	30,66	C	M1	18,49	F
Sç1	21,24	D	M3	17,52	G
Sç3	20,61	D			
Vernik çeşidi+nano malzeme % katılım oranları *			Nano malzeme+nano malzeme % katılım oranları ****		
SnK	32,54	A	G1	33,31	A
SbK	32,36	A	G3	32,90	AB
Sn1	20,52	B	BK	32,50	B
Sn3	19,57	C	GK	32,40	B
Sb1	19,17	CD	B1	6,373	C
Sb3	18,62	D	B3	5,292	D
LSD*= 0,5687, LSD**=0,4644, LSD***= 0,6966, LSD****=0,4139					

Sarı renk değeri, ağaç türü+vernük çeşidi etkileşiminde, en yüksek sarıçam+su bazlı vernükte (26,14), en düşük meşe+su bazlı vernükte (21,43), sarı renk değeri ağaç türü+nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek sarıçam+nano gümüşte (35,17), en düşük meşe+nano borda (13,96) bulunmuştur. Sarı renk değerinde nano gümüşün artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sarı renk değeri vernük ve nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek sentetik vernük+nano gümüşte (32,94), en düşük su bazlı vernük+nano borda (13,97) bulunmuştur. Sarı renk değerinde nano malzemenin yanında verniğin etkili olduğu söylenebilir. Nano gümüşün nano bora nazaran sarı renk değerini artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ağaç türü+nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek sarıçam+% 0,1'de (21,24), en düşük meşe+% 0,3'de (17,52), vernük çeşidi+nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek sentetik vernük+% 0,1'de (20,52), en düşük su bazlı vernük+% 0,3'de (18,62), nano malzeme çeşidi+nano malzeme % katılım oranı bakımından en yüksek % 0,1 nano gümüşte (33,31), en düşük % 0,3 nano borda (5,292) bulunmuştur. Ağaç türü, vernük çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranlarının sarı renk değerine ilişkin üçlü etkileşim değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

Çizelge 8. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranının üçlü etkileşime göre elde edilen sarı renk değerleri

Ağaç türü+ vernik çeşidi+nano malzeme*					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
SçSbG	36,97	A	DkSnB	16,09	F
DkSnG	34,38	B	SçSnB	15,40	FG
SçSnG	33,36	C	SçSbB	15,31	FG
DkSbG)	31,55	CD	MSnB	14,93	G
MSnG	31,10	D	DkSbB	13,61	H
MSbG	29,87	E	MSbB	13,00	H
Ağaç türü+ vernik çeşidi+nano malzeme % katılım oranları **					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
SçSbK	35,68	A	SçSn1	20,59	FG
DkSnK	33,66	B	DkSn3	20,54	FG
SçSnK	32,19	C	SçSn3	20,36	GH
DkSbK	31,86	CD	MSn1	19,45	H
MSnK	31,77	D	DkSb1	18,10	I
MSbK	29,56	E	MSn3	17,82	I
SçSb1	21,88	E	DkSb3	17,78	I
DkSn1)	21,50	E	MSb1	17,53	I
SçSb3	20,86	E	MSb3	17,22	I
Ağaç türü+ nano malzeme+nano malzeme % katılım oranları **					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
SçG1	36,05	A	MBK	30,58	E
SçG3	35,64	A	MG1	30,54	E
SçBK	34,05	B	MG3	30,18	E
SçGK	33,81	BC	MB1	6,442	F
DkG1	33,34	BCD	SçB1	6,420	F
DkG3	32,89	CD	DkB1	6,256	F
DkBK	32,87	CD	SçB3	5,585	FG
DkGK	32,66	D	DkB3	5,436	FG
MGK	30,74	E	MB3	4,856	G
Vernik çeşidi+nano malzeme % katılım oranları *					
İşlem çeşidi	\bar{X}	HG	İşlem çeşidi	\bar{X}	HG
SnG1	33,38	A	SbBK	32,41	B
SbG1	33,24	AB	SbGK	32,32	B
SnG3	32,97	AB	SnB1	7,648	C
SbG3	32,83	AB	SnB3	6,172	D
SnBK	32,60	AB	SbB1	5,098	E
SnGK	32,48	AB	SbB3	4,413	E
LSD*= 0,8043, LSD**=0,9851					

Sarı renk değeri ağaç türü, vernik ve nano malzeme çeşidi bakımından en yüksek sarıçam+su bazlı vernik+nano gümüşte (36,97), en düşük meşe+su bazlı vernik+nano borda (13,00) bulunmuştur. Sarı renk değerinde birinci derecede nano malzeme, ikinci derecede vernik çeşidinin, üçüncü derecede ağaç türünün etkili olduğu söylenebilir. Sarı renk değeri, ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme % katılım oranına göre en yüksek sarıçam+su bazlı vernik +% 0,1'de (21,88), en düşük meşe+su bazlı vernik+% 0,3'de (17,22), ağaç türü, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranı etkileşimine göre en yüksek sarıçam+nano gümüş+% 0,1'de (36,05), en düşük meşe+nano bor+% 0,3'de (4,856) bulunmuştur. Vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranı etkileşimine göre en yüksek sentetik vernik+nano gümüş+% 0,1'de (33,38), en düşük su bazlı vernik+nano bor+% 0,3'de (4,413) bulunmuştur. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranının sarı renk tonu etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranının sarı renk değeri etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Hesap	P<0,05
Factor A	2	277,680	138,840	111,4143	0,0000
Factor B	1	30,551	30,551	24,5158	0,0000
AB	2	159,005	79,502	63,7978	0,0000
Factor C	1	14821,399	14821,399	11893,6446	0,0000
AC	2	81,123	40,562	32,5492	0,0000
BC	1	20,588	20,588	16,5213	0,0000
ABC	2	33,325	16,663	13,3712	0,0000
Factor D	2	6758,021	3379,010	2711,5354	0,0000
AD	4	3,389	0,847	0,6799	
BD	2	10,719	5,360	4,3010	0,0153
ABD	4	27,214	6,803	5,4595	0,0004
CD	2	7496,778	3748,389	3007,9488	0,0000
ACD	4	52,223	13,056	10,4768	0,0000
BCD	2	10,905	5,453	4,3755	0,0143
ABCD	4	19,353	4,838	3,8825	0,0050
Error	144	179,447	1,246		
Total	179	29981,721			
Factor A:Ağaç Factor B:Vernik Factor C:Nano Factor D:%					

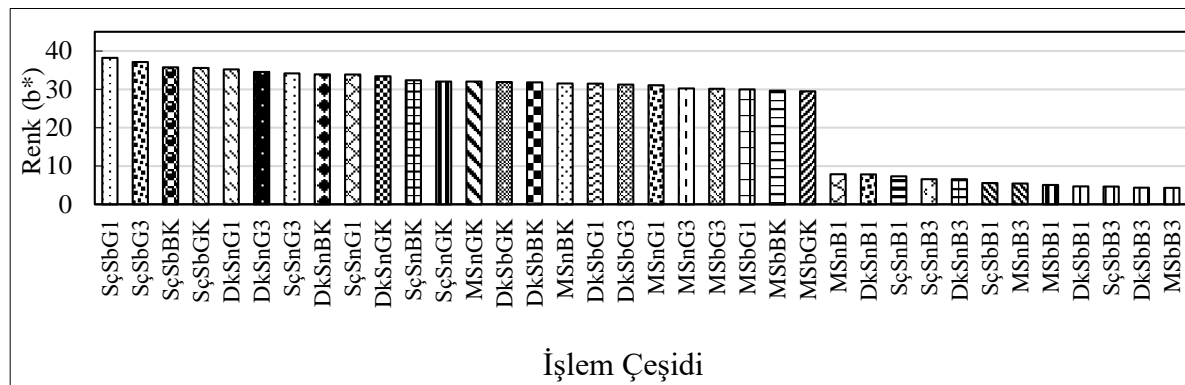
Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzemelerin % katılım oranlarının sarı (b*) renk değerine etkileri, ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranı etkileşimleri bakımından istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemli çıkmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi sonuçları verilmiştir. Ağaç türü, vernik çeşidi, nano malzeme, nano malzeme % katılım oranının dörtlü etkileşime göre elde edilen sarı renk değerleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Ağaç türü+vernük çeşidi+nano malzeme+nano malzeme % katılım oranına göre elde edilen sarı renk değerleri

İşlem Çeşidi	\bar{X} (Renk b*)	HG	İşlem Çeşidi	\bar{X} (Renk b*)	HG
SçSbG1	38,22	A	MSnG1	31,08	HIJ
SçSbG3	37,11	AB	MSnG3	30,21	IJK
SçSbBK	35,76	BC	MSbG3	30,14	IJK
SçSbGK	35,59	CD	MSbG1	30,00	IJK
DkSnG1	35,19	CDE	MSbBK	29,64	JK
DkSnG3	34,54	CDEF	MSbGK	29,47	K
SçSnG3	34,17	DEF	MSnB1	7,830	L
DkSnBK	33,92	EF	DkSnB1	7,816	L
SçSnG1	33,88	EF	SçSnB1	7,298	L
DkSnGK	33,40	FG	SçSnB3	6,554	LM
SçSnBK	32,35	GH	DkSnB3	6,540	LM
SçSnGK	32,02	GH	SçSbB1	5,542	MN
MSnGK	32,01	GH	MSnB3	5,422	MN
DkSbGK	31,91	GH	MSbB1	5,055	MN
DkSbBK	31,81	H	DkSbB1	4,696	N
MSnBK	31,52	HI	SçSbB3	4,616	N
DkSbG1	31,50	HI	DkSbB3	4,332	N
DkSbG3	31,24	HI	MSbB3	4,290	N

LSD*=1,393 \bar{X} : Aritmatik ort., HG: Homojenlik grubu, LSD: Önemli En Küçük Fark

Sarı renk değeri, ağaç türü+vernük çeşidi+nano malzeme+nano malzeme % katılım oranı etkileşiminde en yüksek sarıçam+su bazlı vernük+% 0,1 nano gümüşte (38,22), en düşük meşe+su bazlı vernük +% 0,3 nano borda (4,290) bulunmuştur. Sarı renk değerinde birinci derecede ağaç malzeme, ikinci derecede vernük, üçüncü derecede nano malzeme, dördüncü derecede nano malzeme % katılım oranının etkili olduğu söylenebilir. Ağaç türü, vernük çeşidi, nano malzeme ve nano malzeme % katılım oranına göre sarı renk değışmelerine ait grafik Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. İşlem çeşidine göre sarı (b*) renk değeri değışmeleri

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kırmızı renk değeri ağaç türü bakımından en yüksek Doğu kayınında (9,885), en düşük sarıçamda (5,496) bulunmuştur. Kırmızı renk değeri ağaç türleri arasında farklı çıkmıştır. Ağaç türünün renk değişiminde etkili olduğu belirtilmiştir (Örs ve Keskin, 2001); Bozkurt ve Erdin, 2013).

Vernik çeşidi kırmızı renk değerinde, sentetik vernikte su bazlı vernikten %8 daha yüksek bulunmuştur. Kırmızı renk değeri, nano bor, nano gümüş % katılım oranlarında yaklaşık eşit bulunmuştur. Ancak nano malzemeler ile modifiye edilen verniklerin kırmızı renk değeri kontrol örneklerine göre daha düşük çıkmıştır. Nitekim nano malzeme % katılım oranları arttıkça kırmızı renk değerinde azalma tespit edilmiştir. Ağaç türü, nano malzeme çeşidi etkileşiminde en yüksek Doğu kayını+nano gümüşte (13,52), en düşük sarıçam+nano borda (3,844) bulunmuştur. Bu durumda, nano gümüş nano bordan %72 daha yüksek bulunmuştur. Nano gümüşün kırmızı renk değeri bakımından artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Sarı renk değeri ağaç türü bakımından en yüksek sarıçamda (25,26), en düşük meşede (22,22) bulunmuştur. Literatürde sarı renk değerinin sarıçamda yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca kayında %23, ladinde %7'den yüksek çıktığı bildirilmiştir (Sönmez ve Budakçı, 2003; Keskin ve Atar, 2007).

Sarı renk değeri, ağaç türü+vernük çeşidi bakımından en yüksek sarıçam+su bazlı vernikte (26,14), en düşük meşe+su bazlı vernikte (21,43) bulunmuştur. Sarı renk değerinde verniğin yanında ağaç türünün de etkili olduğu söylenebilir. Nitekim sarı renk değeri bakımından sentetik verniğin artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Sarı renk değeri, nano malzeme çeşidi+nano malzeme % oranı bakımından en yüksek %0,1 nano gümüşte (33,31), en düşük %0,3 nano borda (5,292) bulunmuştur. Buna göre sarı renk değerinde nano malzemenin yanında nano malzeme % katılım oranlarının da etkili olduğu söylenebilir. Sarı renk değeri bakımından nano gümüşün artırıcı etki gösterdiği tespit edilmiştir. Nano gümüşün ağaç malzemedeki sararmayı artırıcı etkide bulunduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akhtari, M., Kokandeh, M.G. ve Taghiyari, H.R. (2012). Mechanical properties of *Paulownia Fortinei* wood impregnated with silver, copper and zinc oxide nano particles. *Journal of Tropical Forest Science*, 24(4)p.507-511.

Altıparmak, M. (2017). *Ahşap yatlarda kullanılan çeşitli vernüklerin farklı ağaç malzemeler üzerindeki performanslarının karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 81.

ASTM D 2244. (2021). Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. American Society for Testing and Materials, U.S.A..

ASTM-D 2224-2 e1. (2003). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. American Society for Testing and Materials, U.S.A.

ASTM-D3023. (2017). *Standard practice for determination of resistance of factory-Applied coatings on wood products to stains and reagents*. American Society for Testing and Materials, U.S.A.

Atar, M. (1999). *Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemedeki üsyüzey işlemlerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 148.

Atar, M., Yalınkılıç, A. C. ve Keskin, H. (2018). Isıl işlemin vernikli ağaç malzemedeki renk değişimine etkisi. *Journal of Polytechnic*, 0900(2), 407-413.

Başaran, E. (2002). Nanoteknoloji Düünden Bugüne Türkiye'de Bilim- Teknoloji ve Geleceğin Teknolojileri, Ed: A.Ayhan. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 379-388.

Baykan, İ. (2000). Mobilya endüstrisinde üst yüzey işlemleri kitabı. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, 345.

- Bozkurt, A. Y. ve Erdin, N. (2013). *Odun anatomisi kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 431.
- Cristea, M.V., Riedl B. ve Blancher P. (2010). Enhancing the performance of exterior waterborn coating for wood by inorganic nanosized UV absorbers, *Prog. org. Coat.* 69(4): 432-441.
- ISO 3129. (2019). *Wood - Sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens*. İsviçre: International Organization for Standardization.
- Kasap, M. (2012). *Nanoteknolojik Malzemelerin Mekan Tasarımındaki Yansımalarına Genel Bir Bakış*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, 112 s.
- Keskin, H. and Atar, M. (2007). Impacts of impregnation with timbercare aqua on the red and yellow color tone of some woods and varnishes. *Journal of Applied Polymer Science*, 106, 3952–3957.
- Minolta CR-231. (1990). *Minolta CR-231 Chromometer, version 3.0, Cihaz Kullanma Klavuzu*. Konica Minolta Turkey İş Teknolojileri A.Ş.,82.
- Nanoteknoloji strateji grubu. (2004). Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri, Vizyon 2023 projesi, TÜBİTAK, 18 sayfa, Ankara.
- Oliver, J. R., Blakeney, A. B., and Allen, H. M. (2009). Measurement of flour color in color space parameters. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(3), 556–581.
- Örs, Y. ve Keskin, H. (2001). *Ağaç malzeme bilgisi*. İstanbul:Atlas Yayınevi, 183.
- Peker, H. (1997). *Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 101.
- Pelit, H. ve Korkmaz, M. (2018). Kayın (fagus orientalis lipsky) odununun yüzey özelliklerine nanografen katkılı su bazlı verniklerin etkisi. *Journal of Polytechnic*, 0900(1), 203–212.
- Shi, J., Zhou, Li., J., Zhang., WD. (2007). Improvement of wood properties by ureaformaldehyde resin and nano SiO₂. *Front Forest China*, 2(1):104-9.
- Sönmez, A. ve Budakçı, M. (2003). Ahşap boyaları ile renklendirilmiş ağaç malzemede renk değişimleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16(4), 769–777.
- Taghiyari, H.R., Layeghi, M. ve Liyafooe, F.A. (2012). Effect of dryice on gas permeability of nano-silver-impregnated Populus Nigra and Fagus Orientalis. *Wood and Paper Science and Technologies Department*, 6 (2): p.40-44.
- Xantos, M. (2005). Modification of polymer mechanical and rheological properties with furectional fillers.

**KÜRK-SÜET ÜRETİMİNDE MEKANİK İŞLEMLERDEN KAYNAKLANAN TOZLARIN
İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**
**EVALUATION OF DUST CARRIED OUT THE MECHANICAL PROCESSES OF DOUBLE-
FACE MANUFACTURING IN TERMS OF WORKER HEALTH AND SAFETY**

Öğr.Gör. Ertan EROL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-2595- 9387

Doç. Dr. Nuray Olcay IŞIK EMEKSİZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4749-336X

Dr. Öğr. Üyesi Hatice ER

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2125-7406

ÖZET

Kürk-süet işletmeleri, giysi, aksesuar ve diğer ürünlerde kullanılmak üzere hayvan derilerinin işlenmesiyle kürk-süet elde edilen önemli endüstriyel tesislerdir. Bu işletmelerde kürk-süet elde etme süreci bir dizi karmaşık işlemi içerir. Bu işlemlerden biri de, kürkün süet kısmında yapılan mekanik işlemlerdir. Mekanik işlemler, kürkün süet kısmında pürüzsüz, düzgün ve kadifemsi bir yüzey elde etmek amacıyla gerçekleştirilir.

Bu işlem, süet kalitesini artırmak, estetik görünümü iyileştirmek ve son ürünlerin kullanıcıya daha iyi bir deneyim sunmasını sağlamak amacıyla genellikle özel zımpara makinalarıyla gerçekleştirilir. Ancak, bu işlem sırasında işçilerin bazı sağlık ve güvenlik risklerine maruz kalabileceği unutulmamalıdır. Başta toz olmak üzere, kimyasal maddeler, vibrasyon, ergonomik sorunlar ve gürültü gibi potansiyel tehlikeler, işçilerin sağlığına zarar verebilir.

Bu çalışmada, mekanik işlemlerin işçi sağlığı ve güvenliği açısından ortaya çıkarabileceği olumsuzlukların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, işletmelerin işçi sağlığı ve güvenliğini korumak amacıyla işlem esnasında çıkan toza yönelik alınabilecek önlemler tartışılarak, bu işlem sürecinin daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesine ilişkin öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kürk-süet işletmeleri, mekanik işlemler, işçi sağlığı ve güvenliği

ABSTRACT

Double-face tanneries are important industrial facilities that produce double-face by processing leather for use in clothing, accessories and other products. The process of obtaining double-face in these tanneries involves a number of complex operations. One of these processes is mechanical process performed on the suede side of double-face. Mechanical processes are performed to obtain a smooth, uniform and velvety surface on the suede side of double-face.

This process is performed on double-face usually with special buffing machines in order to increase the quality of the suede, improve the aesthetic appearance and ensure that the final products offer a better experience to the user. However, it should be noted that workers may be exposed to some health and safety risks during this process. Potential hazards such as dust, chemicals, vibration, ergonomic problems and noise can harm the health of workers.

This study aimed to evaluate the negative effects that mechanical processes may cause in terms of worker health and safety. In this context, in order to protect the health and safety of workers, the precautions that can be taken against the dust generated during the process are discussed and suggestions are presented to carry out this process in a safer manner.

Keywords: Double-face tanneries, mechanical processes, worker health and safety

1. GİRİŞ

Kürk-süet işletmeleri, deri endüstrisinde önemli bir yer tutan ve genellikle deri işleme tesislerinde faaliyet gösteren endüstriyel tesislerdir. Bu tesisler, hayvan derilerinin işlenmesiyle kürk ve süet gibi değerli malzemelerin elde edilmesini sağlarlar. Kürk-süet üretim süreci, birçok karmaşık işlemi içerir ve bu işlemler arasında mekanik işlemler de bulunur. Mekanik işlemler, kürkün süet kısmının pürüzsüz, düzgün ve estetik bir görünüm kazanmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

Bu mekanik işlemler sırasında, genellikle özel zımpara makineleri kullanılarak, kürk üzerinde çeşitli hareketler uygulanır. Bu işlemler sonucunda ortaya çıkan tozlar, işçilerin sağlığı ve güvenliği açısından önemli bir risk oluşturur. Tozlar, solunum yoluyla kolayca alınabilir ve akciğerlere zarar verebilir. Ayrıca, tozların içerdiği kimyasallar ve partikül boyutlarına bağlı olarak, ciddi sağlık sorunlarına yol açabilirler. Bu nedenle, kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozların işçi sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi ve uygun önlemlerin alınması büyük önem taşır.

Bu çalışmada, kürk-süet üretiminde mekanik işlemler sırasında ortaya çıkan tozların işçi sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi ve bu potansiyel risklerin azaltılması için alınabilecek önlemler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Mekanik işlemler sırasında oluşan tozların kimyasal bileşimi, partikül boyutu, işçi maruziyet seviyeleri ve sağlık etkileri gibi faktörler detaylı bir şekilde incelenmiştir ve bu bilgiler ışığında uygun önlemler ve koruyucu tedbirler tartışılmıştır.

Bu değerlendirme, kürk-süet endüstrisinde çalışanlar için önemli bir kaynak olacak ve işletmelerde sağlıklı ve güvenli çalışma koşullarının sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bu bildiriye sunulan bilgilerin işletmelerin mekanik işlemler sırasında tozların işçi sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini anlamalarına ve uygun önlemleri alarak işçilerin sağlığını korumalarına yardımcı olması amaçlanmaktadır.

2. KÜRK-SÜET İŞLETMELERİNİN TANIMI VE ÖNEMİ

Kürk-süet işletmeleri, tekstil endüstrisindeki önemli bir segmenti oluşturan ve genellikle deri işleme tesislerinde faaliyet gösteren özel endüstriyel tesislerdir. Bu tesisler, hayvan derilerinin işlenmesiyle elde edilen kürk ve süet gibi değerli malzemelerin üretimini gerçekleştirirler. Kürk-süet işletmeleri, tekstil endüstrisine geniş bir yelpazedeki ürünlerin üretiminde kullanılan ham malzemelerin tedarikinde kritik bir rol oynarlar.

Kürk-süet işletmelerinin önemi, tekstil endüstrisinin arz zincirinin önemli bir parçasını oluşturmasıyla ilgilidir. Bu tesisler, işlenmiş kürk ve süet gibi değerli malzemelerin sağlanmasıyla, giyim, ayakkabı, aksesuarlar ve diğer tekstil ürünlerinin üretimine katkıda bulunurlar. Ayrıca, kürk-süet işletmeleri, deri işleme sektöründe de kritik bir rol oynarlar ve bu sektörün büyümesine ve gelişmesine katkı sağlarlar (Bölükbaşıoğlu, 2019).

Kürk-süet işletmeleri, genellikle karmaşık üretim süreçlerine sahip tesislerdir. Ham derilerin işlenmesi, temizlenmesi, işlenmesi, boyanması ve nihai ürüne dönüştürülmesi gibi bir dizi adımı içerir. Bu işlemler, kürk ve süet ürünlerinin kalitesini ve estetik görünümünü artırmak için titizlikle gerçekleştirilir (Afşar, 1984).

Ayrıca, kürk-süet işletmeleri, ekonomik açıdan da önemlidirler. Bu tesisler, istihdam yaratır ve yerel ekonomilere katkı sağlarlar. Aynı zamanda, kürk ve süet gibi değerli malzemelerin üretimi ve ticareti, uluslararası pazarlarda önemli bir yer tutar ve ihracat gelirlerinin artırılmasına katkıda bulunur (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2024).

Kürk-süet işletmeleri tekstil endüstrisinin vazgeçilmez bir parçasını oluştururlar. Hem yerel hem de küresel ekonomilere önemli katkılarda bulunurlar ve çeşitli endüstriyel süreçlerdeki uzmanlıklarıyla tekstil ürünlerinin kalitesini artırır. Bu nedenle, kürk-süet işletmelerinin sağlığı ve başarısı, tekstil endüstrisinin genel sağlığı için kritik bir öneme sahiptir.

3. MEKANİK İŞLEMLER VE TOZ OLUŞUMU

Kürk-süet üretim sürecinde, kürkün süet kısmının işlenmesi genellikle mekanik işlemlerle gerçekleştirilir. Bu mekanik işlemler, kürkün süet kısmında pürüzsüz, düzgün ve kadifemsi bir yüzey elde etmek amacıyla uygulanır. Kürk süet üretiminde bu yüzey düzeltme işlemleri yaş işlem aşamasında ve kuru işlem aşamasında zımparalanarak gerçekleştirilir. Bu işlemler genellikle özel tasarlanmış zımpara makinesi, yatay ve dikey açkı makineleri veya benzeri ekipmanlar kullanılarak yapılır.

Kuru mekanik işlemler sırasında, kürkün süet yüzeyinin düzeltilmesi için kuru işlem aşamasında gerçekleştirilen zımparalama ile ortaya çıkan tozlar önemli bir sorun oluşturur. Sürtünme, kesme ve zımparalama gibi işlemler, toz partiküllerinin havaya karışmasına ve çevreye yayılmasına neden olur. Bu tozlar, işçilerin solunum sistemine girebilir ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Cingiloğlu, 2018).

Toz oluşumunun ana nedeni, mekanik işlemler sırasında malzemenin yüzeyinden kopan partiküllerdir. Bu partiküller genellikle kürk liflerinden, süet tabakasından veya işleme ekipmanlarından kaynaklanır. Ayrıca, kullanılan zımpara veya benzeri malzemelerin aşınması da toz oluşumuna katkıda bulunabilir.

Toz oluşumu sadece işçilerin solunum sistemine zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda üretim ekipmanlarına ve işyerine de zarar verebilir. Toz, ekipmanların performansını etkileyebilir, makine parçalarının aşınmasına ve hasar görmesine neden olabilir. Ayrıca, toz birikimi, işyerinde temizlik ve düzen sorunlarına yol açabilir ve yangın riskini artırabilir (Duran, 2019).

Bu nedenle, mekanik işlemler sırasında toz oluşumunun kontrol altına alınması ve işçilerin maruziyetinin en aza indirilmesi önemlidir. Bu amaçla kullanılacak uygun izolasyon sistemlerinin kullanılması, toz oluşumunun önlenmesi veya azaltılması için etkili bir yol olabilir. Ayrıca, işçilere uygun kişisel koruyucu ekipmanların sağlanması ve düzenli eğitimlerin verilmesi de önemlidir. Bu şekilde, toz oluşumuyla ilgili işçi sağlığı ve güvenliği sağlanabilir ve işletme içinde potansiyel riskler azaltılabilir.

4. TOZUN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Toz: Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, 100 mikrondan küçük, bir süre havada asılı kalan ancak kendi ağırlığı ile çöken küçük katı partiküller olarak tanımlanmıştır. Buna göre;

Tozların Sınıflandırılması

Biyolojik Etkilerine Göre

- Fibrojenik tozlar (silis, asbest, talk vb.)
- Toksik tozlar (kurşun, kadmiyum, berilyum)
- Kanserojen tozlar (asbest, krom, nikel)
- Radyoaktif tozlar (uranyum, radyum, toryum)
- Alerjik tozlar (pamuk tozu, un, tahıl)
- İnert tozlar (kireçtaşı, tütün tozu)

Fiziksel Özelliklerine Göre

- Kristal tozlar (moleküler dizilimi belli)
- Amorf tozlar (moleküler dizilimi belli olmayan),

Kimyasal Özelliklerine Göre

- Organik tozlar (odun tozu, pamuk tozu vb.)
- İnorganik tozlar (asbest, silis, kömür tozu) olarak sınıflandırılmıştır
- Toz** : Toplam ve solunabilir toz ölçümünde MDHS 14/3 standardı esas alınır. Bu standart ile çalışma alanında ortam ve maruziyet toz ölçümleri toplam ve solunabilir toz partiküllerinin örneklenmesi ve gravimetrik olarak analizleri yapılmaktadır. Elde edilen sonuç 05.11.2013 tarihli ve 28812 sayılı 'Tozla Mücadele Yönetmeliği'nden yararlanılarak değerlendirilir.

5. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞINDAN İŞ HİJYENİ ÖLÇÜM, TEST VE ANALİZLERİ HAKKINDA YÖNETMELİK

İşverenin yükümlülükleri

MADDE 5 – (1) İşveren, her türlü tozun meydana geldiği işyerlerinde çalışanların toz maruziyetini önlemek ve çalışanların toz ile ilgili tehlikelerden korunması için gerekli tüm koruyucu ve önleyici tedbirleri almakla yükümlüdür.

(2) İşveren, ayrıca tozdan kaynaklanan maruziyetin önlenmesinde;

- a) İkame yöntemi uygulanarak, toz oluşumuna neden olabilecek tehlikeli madde yerine çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden tehlikesiz veya daha az tehlikeli olan maddelerin kullanılmasını,
- b) Riski kaynağında önlemek üzere; uygun iş organizasyonunun yapılmasını ve toplu koruma yöntemlerinin uygulanmasını,
- c) Toz çıkışını önlemek için uygun mühendislik yöntemlerinin kullanılmasını,
- ç) İşyerlerinin çalışma şekline ve çalışanların yaptıkları işe göre, ihtiyaç duyulan yeterli temiz havanın bulunmasını,
- d) Alınan önlemlerin yeterli olmadığı durumlarda çalışanlara tozun niteliğine uygun kişisel koruyucu donanımların verilmesini ve kullanılmasını,
- e) Alınan önlemlerin etkinliğini ve sürekliliğini sağlamak üzere yeterli kontrol, denetim ve gözetim yapılmasını,
- f) İşyerlerinde oluşan atıkların, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili mevzuatına uygun olarak bertaraf edilmesini sağlar. Bu belirtilen önlemlerin alınması ve uygulamasının etkin bir şekilde kontrol edilmesi tozun yaratmış olduğu riskleri işçi sağlığı ve güvenliğini koruma bakımından son derece önemlidir.

6. TOZLARIN İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlar, işçilerin sağlığı ve güvenliği üzerinde ciddi etkilere sahiptir. Bu tozların solunması veya teması, çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir ve işyerinde güvenliği tehlikeye atabilir.

Toz partikülleri, solunum yoluyla kolayca alınabilir ve akciğerlere zarar verebilir. Uzun süre maruz kalma, solunum yolu hastalıklarına, astım ve bronşit gibi kronik solunum rahatsızlıklarına veya akciğer fibrozisi gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Ayrıca, bazı tozlar kanserojen olabilir ve meslek hastalıklarına neden olabilir (Cingiloğlu, 2018).

Tozların deriyle teması da cilt tahrişine ve dermatit gibi deri hastalıklarına yol açabilir. Ayrıca, gözlerle teması, göz tahrişine ve zararlı etkilere neden olabilir. Bu nedenle, tozların işçilerin deri, gözler ve solunum yolları ile temasını önlemek için uygun koruyucu ekipmanların kullanılması önemlidir.

Tozlar ayrıca işyerinde yangın ve patlama riskini artırabilir. Bazı tozlar, yanıcı veya patlayıcı olabilir ve havada asılı kalarak patlama riskini artırabilir. Bu nedenle, toz oluşumunun kontrol altında tutulması ve yangın güvenliği önlemlerinin alınması gereklidir (Ağrgan, M., 2020).

Tozların işçi sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini azaltmak için, işletmelerin toz oluşumunu en aza indirmek için gerekli önlemleri alması önemlidir. Bunlar arasında uygun emme ve filtreleme sistemlerinin kullanılması, tozun kaynağında toplanması ve işçilere uygun kişisel koruyucu ekipmanların sağlanması bulunur (Duran, 2019).

Ayrıca, işçilere tozla ilgili riskler ve korunma yöntemleri konusunda düzenli eğitimler verilmelidir. Bu şekilde, işçilerin bilinçlenmesi ve güvenli çalışma uygulamalarına uyumu artırılabilir. Tüm bu önlemler, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak ve kürk-süet üretiminde güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için önemlidir.

7. TOZLARIN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE PARTİKÜL BOYUTU

Kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozların kimyasal bileşimi ve partikül boyutu, işçilerin sağlığı ve güvenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu faktörler, tozların solunması veya teması sonucu oluşabilecek sağlık sorunlarını belirlemede kritik bir rol oynar.

Tozların kimyasal bileşimi, işleme sürecinde kullanılan malzemelerin özelliklerine ve işlemlerin türüne bağlı olarak değişir. Kürk ve süet gibi doğal malzemelerin işlenmesi sırasında oluşan tozlar genellikle organik kökenlidir. Bununla birlikte, işlemlerde kullanılan kimyasalların varlığı tozların bileşimini etkileyebilir. Örneğin, deri işleme sürecinde kullanılan kimyasal maddeler, tozların bileşiminde önemli bir rol oynar ve işçilerin sağlığı üzerinde ciddi etkilere sahip olabilir. (Özbudak, 2009).

Tozların partikül boyutu da önemlidir çünkü solunum sistemine etkilerini belirler. Genellikle, solunum yolu için en tehlikeli partikül boyutu 10 mikrometreden daha küçüktür, çünkü bu partiküller akciğerlere derinlemesine nüfuz edebilirler. Bu nedenle, ince partiküllerin solunması, solunum yolu enfeksiyonları, astım, bronşit ve diğer solunum yolu hastalıklarının gelişimini tetikleyebilir (Gülbaş ve Karakaş, 2017), (Duran, 2019).

Ayrıca, tozların partikül boyutu ayrıca çevresel etkileri de belirler. Daha küçük partiküller genellikle daha uzun süre havada kalır ve uzak mesafelere taşınabilir, bu da çevresel kirliliğe ve hava kalitesinin düşmesine neden olabilir (Duran, 2019).

Bu nedenle, tozların kimyasal bileşimi ve partikül boyutunun belirlenmesi, işçilerin sağlığı ve güvenliği üzerindeki potansiyel etkilerin anlaşılmasına yardımcı olur. İşyerlerinde, tozların kimyasal bileşimi ve partikül boyutunu izlemek ve kontrol altında tutmak için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler, uygun emme ve filtreleme sistemlerinin kullanılması, işyerindeki hava kalitesinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve işçilere kişisel koruyucu ekipmanların sağlanması gibi tedbirleri içerebilir.

8. İŞÇİ MARUZİYET SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

İşçi maruziyet seviyelerinin belirlenmesi, kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara ilişkin potansiyel risklerin değerlendirilmesinde kritik bir rol oynar. Bu süreç, işyerindeki hava kalitesinin izlenmesi ve toz seviyelerinin ölçülmesi yoluyla gerçekleştirilir. Ölçümler, işyerindeki toz konsantrasyonunu ve işçilerin maruz kalma düzeyini belirlemeye yardımcı olur.

Örneğin, bir kürk-süet işletmesinde, işyerindeki toz seviyelerinin belirlenmesi için bir dizi ölçüm yapılabilir. Bu ölçümler genellikle profesyonel sağlık ve güvenlik uzmanları veya laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilir. Hava kalitesi ölçüm cihazları kullanılarak işyerindeki toz konsantrasyonu ölçülür ve işçilerin ne kadar toza maruz kaldığı belirlenir.

Ayrıca, kişisel maruziyet ölçümleri de yapılabilir. Bu ölçümler, işçilerin solunum yoluyla aldığı toz miktarını belirlemek için kullanılır. İşçilere özel bir cihaz takılır ve belirli bir süre boyunca solunan toz miktarı ölçülür. Bu ölçümler, işçilerin maruziyet seviyelerini belirlemek ve potansiyel sağlık risklerini değerlendirmek için önemlidir (Yiğitalp, 2019).

İşçi maruziyet seviyelerinin belirlenmesi, ulusal ve uluslararası sağlık ve güvenlik standartlarına uygunluğun değerlendirilmesine de yardımcı olur. Örneğin, işçilerin maruziyet seviyeleri, belirli bir toz konsantrasyonunun sağlık standartlarını aşıp aşmadığını belirlemek için kullanılabilir (Eraslan, 2021). Bu bilgiler, işyerinde alınması gereken önlemlerin belirlenmesine ve toz maruziyetinin kontrol altında tutulmasına yardımcı olur.

İşçi maruziyet seviyelerinin belirlenmesi ayrıca, işçilerin sağlık durumlarını izlemek ve toz maruziyetinin olumsuz etkilerini değerlendirmek için de kullanılabilir. Örneğin, işçiler düzenli sağlık muayenelerinden geçirilir ve solunum yolu hastalıkları gibi belirtilerin izlenmesi sağlanır. Bu sayede, işçilerin sağlığı korunur ve potansiyel sağlık riskleri erken tespit edilir (Çolak, 2022).

Bu durumun belirlenmesi, kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara maruziyetin kontrol altında tutulmasına ve işçilerin sağlığının korunmasına yardımcı olur. Bu nedenle, işyerlerinde düzenli olarak hava kalitesi ve toz seviyelerinin izlenmesi ve işçi maruziyet seviyelerinin belirlenmesi önemlidir.

9. İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİ KORUMA YÖNTEMLERİ

Kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara maruziyetin önlenmesi ve işçi sağlığı ile güvenliğinin korunması için çeşitli önlemler alınabilir. Bu önlemler, işyerinde toz oluşumunun azaltılması, işçilere uygun eğitimlerin verilmesi ve kişisel koruyucu ekipmanların kullanılmasını içerebilir (Öztürk ve Şimşek, 2020).

Toz Oluşumunu Azaltmak: İşyerinde toz oluşumunu azaltmak için çeşitli önlemler alınabilir. Bunlar arasında, işlemlerin suyla nemlendirilmesi, toz emme ve filtreleme sistemlerinin kullanılması, işleme ekipmanlarının düzenli olarak temizlenmesi ve bakımının yapılması gibi tedbirler bulunur. Ayrıca, işlemlerde kullanılan malzemelerin toz oluşumunu minimize etmek için doğru seçilmesi önemlidir.

İşçilere Eğitim Verme: İşçilere, tozların potansiyel sağlık riskleri hakkında eğitim verilmelidir. Tozların solunması veya temasının olası etkileri, korunma yöntemleri ve kişisel hijyen uygulamaları gibi konular hakkında bilgilendirici eğitimler düzenlenmelidir. İşçilerin bu konuda bilinçlenmesi, toz maruziyetinin azaltılmasına ve sağlıklarının korunmasına yardımcı olur.

Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı: İşçilerin tozlara karşı korunması için uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması önemlidir. Bunlar arasında solunum maskeleri, koruyucu gözlükler, eldivenler ve iş elbiseleri gibi ekipmanlar bulunur. İşçilere uygun ekipmanın nasıl kullanılacağı konusunda eğitim verilmeli ve düzenli olarak ekipmanların kontrol edilmesi sağlanmalıdır.

Düzenli Sağlık Muayeneleri: İşçilerin düzenli olarak sağlık muayenelerinden geçirilmesi, toz maruziyetinin olumsuz etkilerinin erken tespit edilmesine yardımcı olur. Solunum yolu hastalıkları gibi belirtilerin izlenmesi ve işçilerin sağlık durumlarının düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir. Bu sayede, işçilerin sağlığı korunabilir ve potansiyel sağlık riskleri önceden belirlenebilir.

İşyeri Düzeni ve Temizliği: İşyerinin düzenli olarak temizlenmesi ve tozun birikmesinin önlenmesi önemlidir. Düzenli temizlik, tozun birikimini azaltır ve işçilerin maruziyetini en aza indirir. Ayrıca, işyerinde uygun işaretlerin ve yönlendirmelerin bulunması, işçilerin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.

Bu önlemler, kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara maruziyetin kontrol altında tutulmasına ve işçi sağlığı ile güvenliğinin korunmasına yardımcı olur. İşverenlerin ve işçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki sorumluluklarını yerine getirmesi, güvenli bir çalışma ortamının sağlanması açısından hayati öneme sahiptir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara maruziyet, işçi sağlığı ve güvenliği açısından önemli bir sorundur. Bu çalışmada, tozların işçi sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkileri incelenmiş ve korunma yöntemleri üzerinde durulmuştur.

Öncelikle, işletmelerin toz oluşumunu minimize etmek için önlemler alması gerekmektedir. Bunlar arasında işlemlerin nemlendirilmesi, toz emme ve filtreleme sistemlerinin kullanılması gibi tedbirler yer alır. Ayrıca, işçilere tozlara maruziyetin potansiyel riskleri hakkında eğitim verilmeli ve uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı teşvik edilmelidir.

Düzenli sağlık muayeneleri düzenlenmeli ve işyeri düzeni ve temizliği sağlanmalıdır. İşyerinde toz seviyeleri düzenli olarak izlenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Tüm bu önlemlerin uygulanması, işçi sağlığı ve güvenliğinin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Kürk-süet üretiminde mekanik işlemlerden kaynaklanan tozlara maruziyetin kontrol altına alınması, işletmelerin ve işçilerin ortak çabasıyla mümkündür. Sağlık ve güvenlik standartlarına uyum sağlamak, işçilerin sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için önemlidir.

KAYNAKLAR

Afşar, A. (1984). Kürk-süet deri özelliklerinin kimi yerli koyun ırklarında araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ağırhan, M. (2020). Tekstil ve konfeksiyon sektöründe iş sağlığı ve güvenliği farkındalık ve uygulanabilirlik araştırması: Trakya örneği. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 19(37). 101-112.

Bölükbaşıoğlu, E. (2019). Deri hazır giyimde tasarım ve üretim sürecinin incelenmesi yeni yaklaşımların tasarımlara yansıtılması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir.

Cingiloğlu, A. (2018). Ülkemizde dört farklı deri sanayinde çalışanlarda iş sağlığı ve güvenliği üzerine bir anket araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çolak, Ş. (2022). İşçi sağlığında fiziksel risk faktörleri. Web Seminer. İstanbul Tabip Odası.

Duran, E. (2019). Deri imalatı sektöründe kimyasal risk etmenleri ve Fine-Kinney risk değerlendirmesi uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Eraslan, F. (2021). İş sağlığı ve güvenliği hukukunda risk değerlendirmesi yapma yükümlülüğü. Sakarya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 6(1-2), 57-115.

Gülbaş, H. E., & Karakaş, S. (2017). Deri imalathanelerinde tabaklama işlemi sırasında kullanılan kimyasalların deri yolu ile temasında karşılaşılan olası risklerin iş sağlığı ve güvenliği açısından belirlenmesi: Uşak ili deri (karma) organize sanayide bir uygulama. Social Sciences, 12(1), 37-53.

Özbudak, R. (2009). İş sağlığı ve güvenliği açısından deri sanayi çalışanlarının karşılaştıkları riskler: Biga ve Gönen örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.

Öztürk, E., & Şimşek, H. (2020). Çatı işlerinde işçi sağlığı ve güvenliği 5x5 matris yöntemiyle risk değerlendirmesi. İsg Akademik, 2(1), 59-71.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Tekstil, Hazırgiyim, Deri ve Deri Ürünleri Sektörü Raporu 2021., <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sector-raporlari/mu2812011411>, Erişim Tarihi: 13.04.24.

Yiğitalp, S. R. (2019). Bir tekstil fabrikasında çalışan işçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki bilgi düzeyleri ve sağlık risklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

ŞƏHƏRLƏRİN İNKİŞAFINDA NƏQLİYYATIN ARTAN ROLU

Vüqar Sabir oğlu Mustafayev

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

<https://orcid.org/0000-0002-0961-6712>

GİRİŞ

Məlum olduğu kimi, iqtisadi fəaliyyətin, təsərrüfat obyektlərinin və əhalinin, əsasən, ərazi baxımından məhdud ölçülərə malik olan yaşayış məntəqələrində – şəhərlərdə cəmləşməsi iqtisadi cəhətdən böyük effekt yaradır. Bu effekt obyektlərlə, məntəqələrlə sakinlər arasında qarşılıqlı əlaqələrin həyata keçirilməsi üçün sərf olunan zamana və vəsaitlərə qənaət etmək hesabına baş verir. Bu həm istehsal prosesinə, həm də insanların ictimai-siyasi və mədəni-təhsil fəaliyyətinə, o cümlədən ticarət, xidmət, istirahət və şəxsiyyətlərarası münasibətlər sahələrinə aiddir. Odur ki, cəmiyyətin inkişafı, ümumən, şəhərlərin inkişafından bilavasitə asılıdır. Bütün bunlar şəhər ərazilərinin məqsədyönlü şəkildə, düzgün qaydada təşkil olunması, düşünülmüş plan əsasında qurulması zərurətini yaradır. Bu zərurət isə şəhər əhalisi üçün sürətli və rahat, eyni zamanda səmərəli nəqliyyat xidmətlərinin təşkil olunmasını ehtiva edir.

ƏSAS HİSSƏ

Müasir dövr üçün xarakterik olan urbanizasiya şəraitində şəhər nəqliyyatının sosial əhəmiyyətinin artması ilə bərabər, eyni zamanda şəhər mühitinin mənfi təsirlərdən mühafizə edilməsi kimi vacib bir problemin də kəskinləşməsi baş verir. Şəhərlərdə yerüstü nəqliyyat vasitələrinin, ilk növbədə avtomobillərin sayının durmadan artması ilə əlaqədar olaraq, onun səmərəliliyinin qiymətləndirilməsində vahid bir qayda tətbiq etməyə, məsələyə birtərəfli yanaşmağa imkan vermir. Burada elə bir kompleks yanaşma tələb olunur ki, eyni vaxtda həm nəqliyyat sisteminin intensiv fəaliyyətinin təsiri ilə iqtisadiyyatda əldə olunan hərtərəfli səmərəliliyinin müəyyən edilməsi, həm də insanların rifah halının – yaşayış mühitinin keyfiyyətinə bu sistemin təsirinin qiymətləndirilməsi əhatə edilmiş olsun. Buna görə də şəhərlərdə nəqliyyat infrastrukturunun formalaşdırılmasına və təkmilləşdirilməsinə qoyulan sərmayənin və digər xərclərin səmərəliliyi həm sosial və iqtisadi, həm də ekoloji baxımdan əldə olunan nəticələrə əsasən müəyyən edilməlidir.

Şəhər mürəkkəb və böyük təsərrüfat-tikinti kompleksi kimi formalaşır. Bu kompleks daim inkişaf edən və sakinlərin həyatına, məişətinə və fəaliyyətinə xidmət etmək üçün nəzərdə tutulmuş struktur təşkil olunmaya malikdir. Şəhərin strukturca təşkilini tərkibindəki elementlərinə görə iki bloka bölmək olar: sosial blok və maddi blok.

Sosial (ictimai) blokdakı elementlərin öyrənilməsi şəhər sakinlərinin demografik tərkibini, əmək qabiliyyətli əhalinin məşğulluq səviyyəsini və xarakterini, baş verən sosial prosesləri və s. ehtiva edir. Sosial elementlərin çeşidliliyinin artması və sosial proseslərin intensivləşməsi şəhərin funksional strukturunun formalaşmasında nəqliyyat kommunikasiyalarının rolunun sürətlə artmasına səbəb olur. Bu da sakinlər arasında yaranan əlaqələrin əhatə dairəsinin genişlənməsi və sayca çoxalması ilə əlaqədar baş verir.

Şəhərin maddi-məkan mühitinin təhlilinin aparılması ərazinin təbii-coğrafi şəraitinin, buradakı istehsalat müəssisələrinin, yaşayış binalarının, mədəni-məişət xidməti, o cümlədən ticarət obyektlərinin tərkibini və qarşılıqlı yerləşdirilməsini, mühəndis qurğu və avadanlıqlarının, şəhərdaxili və şəhərxarici nəqliyyat sisteminin, o cümlədən nəqliyyat infrastrukturunun və vasitələrinin vəziyyətinin öyrənilməsini və qiymətləndirilməsini ehtiva edir.

Funksional xüsusiyyətlərinə görə şəhərin maddi elementlərini aşağıdakı qruplara bölmək olar:

- istehsalat müəssisələri – sənaye obyektləri qrupları;

- yaşayış binaları qrupları:
- şəhərdaxili yol və küçələr şəbəkəsi;
- xarici nəqliyyat qurğuları və vasitələri məcmusu və s.

Bu cür qrupları, öz növbəsində, sənaye və yaşayış strukturlarının, ictimai ticarət və mədəniyyət-əyləncə mərkəzlərinin, nəqliyyat-ötürmə qovşaqlarının, vağzal komplekslərinin, müalicə və istirahət zonalarının və s. yaradılması hesabına çoxfunksiyalı komplekslər şəklində birləşdirmək olar. Aydın məsələdir ki, şəhərsalma elementlərinin bu cür birləşmələri xaoslu şəkildə formalaşdırıla bilməz. Belə birləşmələrin şəhər ərazisində ən rəşional şəkildə qarşılıqlı yerləşdirilməsi və ya məkanca təşkil olunması tələb olunur. Buna əsaslanaraq, şəhərin strukturunu təşkil edərkən onun demografik quruluşu ilə yanaşı (şəhərin bütün sosial mühiti məhz demografik quruluş əsasında formalaşır), həm də şəhərin memarlıq-planlaşdırma strukturunu fərqləndirirlər. Belə quruluş şəhər infrastrukturundakı “mexanizmin” bütün tərkib hissələrinin ritmik və ən qənaətcil rejimdə işləməsini təmin etməlidir. Bu işə nəticə etibarilə kifayət qədər yığcam ərazidə maksimum iqtisadi və eyni zamanda sosial səmərə verən müxtəlif növ funksiyaların yerinə yetirilməsinə təminat yaratmalıdır. Bu, hərəkət rahatlığının artması və s. nəticəsində yüklərin və sərnişinlərin daşınmasına sərf olunan vaxtın minimallaşdırılması sayəsində baş verir.

Belə şəraitdə şəhərin sosial mühitinin və memarlıq-planlaşdırma strukturunun formalaşmasında nəqliyyatın rolu daha da artır. Nəqliyyat insanlar və müxtəlif obyektlər arasında səmərəli ünsiyyət və əlaqələrin təminatına çevrilir. Özü də, mümkün ola biləcək bütün növ fəaliyyətlərin həyata keçirilməsi prosesində onlar arasındakı qarşılıqlı əlaqənin müddəti bacardıqca qısa olmalıdır.

Burada bilavasitə nəqliyyat və şəhərsalma ilə bağlı şəhərlərin öz funksiyalarını yerinə yetirməsinə xidmət edən konkret vəzifələr meydana çıxır. Bu vəzifələrdən başlıcası odur ki, sərnişinlərin və yüklərin daşınması, mənzil başına rahat, təhlükəsiz və vaxtında çatdırılması şəhərdaxili yollar və küçələr şəbəkəsi boyunca salınmış nəqliyyat xətləri ilə bir-birinə sıx bağlıdır. Bundan ötrü zəruri olduqda küçədənkənar məkandan da, hətta dəmiryolundan və su yollarından da istifadə edilməlidir.

Şəhər öz inkişafı prosesində nəqliyyat infrastrukturunun daim yenilənməsini və təkmilləşdirilməsini tələb edir. Bu yenilənmə və təkmilləşmə, əsasən, nəqliyyat növlərinin sürətinin və gücünün (daşıma qabiliyyətinin) artmasını ehtiva edir. Əgər şəhərin böyümə sürəti onun nəqliyyat infrastrukturunun inkişaf sürətindən böyükdürsə, bu, aşkar problem yaradır: kütləvi sərnişindəşımə nəqliyyatı vasitələrində – ictimai nəqliyyat növlərində həddən artıq sıxlıq (basabas) və gecikmələr, küçələrdə avtonəqliyyat vasitələrinin sıxlığı və tıxaclar əmələ gəlir, səs-küy çoxalır və havanın çirklənməsi artır.

Şəhərin planında sərnişin və yüklərin daşınması üçün müxtəlif yeni planlaşdırma elementlərinin yer alması artıq formalaşmış şəhər yolları və küçələri şəbəkəsinin sıxlığını korreksiya edərək tənziqləmək zərurətini yaradır. Belə korreksiyanı küçə və yolların kateqoriyasının yüksəldilməsi və ya nəqliyyat infrastrukturunun digər parametrlərini dəyişdirmək yolu ilə etmək olar.

Bütün nəqliyyat infrastrukturunu müəyyən dərəcədə şəhər məkanının daim dəyişən funksional təşkilini texniki olaraq əks etdirən güzgü rolunu oynayır və daim inkişaf edir.

Açar sözlər: şəhər, nəqliyyat, inkişaf, struktur, infrastruktur, səmərəlilik, plan

NƏTİCƏ

- Nəqliyyat infrastrukturunu özünün təkmilləşdirilməsi prosesində şəhərin daha da inkişafı üçün yeni şərait yaratmaqla, struktur formalaşdıran amil rolunu oynayır. Bu rol özünü onda göstərir ki, yeni nəqliyyat xətləri, ilk növbədə, şəhər daxilində sürətli, rahat və təhlükəsiz əlaqəni təmin etməklə bərabər, qonşu ərazilərin də “mənimsənilməsi”nə – məskunlaşdırılmasına, abadlaşdırılmasına və nəticə etibarilə inkişafına gətirib çıxarır;

- nəqliyyat növlərinin sürət, daşıma qabiliyyəti, manevrəliliyi kimi texniki xarakteristikalarının dəyişməsi həm şəhərin ayrı-ayrı funksional zonalarının, həm də bütün ərazisinin planlaşdırma üsullarına bilavasitə təsir göstərir.

Beləliklə, nəqliyyat infrastrukturunu şəhər əhalisinin bütün növ fəaliyyətini təmin edən və onun planlaşdırma strukturuna güclü təsir göstərən ən aktiv texniki sistemdir.

Qeyd olunanlar birbaşa ölkəmizin paytaxtı Bakıya, Bakı ilə yanaşı isə, həm də sürətlə inkişaf edən digər iri şəhərlərimizə – Gəncəyə, Sumqayıta, Mingəçevirə və s. aiddir.

RİYAZİYYAT VƏ İNFORMATİKA ARASINDA ƏLAQƏ

Leyla Vüqar qızı İsmayılzadə

müəllim

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

<https://orcid.org/0000-0003-0629-070X>

GİRİŞ

Yaşadığımız əsr informasiya texnologiyalarının durmadan sürətli inkişafı ilə, onun iqtisadiyyatın bütün sahələrinə dərinlən və geniş nüfuz etməsi ilə xarakterizə olunur. Bu gün informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) tətbiqi olmayan hər hansı bir sahəni təsəvvür etmək çətin məsələdir. Təhsil sektoru bu baxımdan xüsusilə diqqəti cəlb edir.

ƏSAS HİSSƏ

İKT hər şeydən əvvəl tədris prosesinin keyfiyyətini yüksəldən, gələcək mütəxəssislərin nəzəri və praktiki potensialını, səriştəsini artıran vasitə rolu oynayır, müasir pedaqoji texnologiyaların əsasını təşkil edərək, onların işləməsini təmin edən fəaliyyət proqramı kimi çıxış edir. Dövrümüz öz işinin peşəkarı olan hər bir şəxsə öz fəaliyyətində müxtəlif İKT vasitələrindən istifadə etmək bacarığı tələb edir.

Ali təhsil müəssisələrində toplanmış uzun illərin zəngin təcrübəsi deməyə əsas verir ki, riyaziyyat və informatika fənləri arasında bilavasitə əlaqə qurmaq olar və bu zəruridir. Bu əlaqəni ilk növbədə, tədris prosesində müasir İKT vasitələrindən səmərəli istifadə edilməsi kimi qiymətləndirmək olar. Bu səbəbdən də müasir İKT vasitələri riyaziyyat və informatika arasında ikitərəfli əlaqə kimi nəzərdən keçirilməlidir. Buna görə də riyaziyyatçılar, həmçinin fiziklərin, kimyaçıların, iqtisadçıların və digər ixtisas sahiblərinin İKT sahəsində ən azı ilkin bilikləri olmalıdır.

Riyaziyyat və informatika təhsilində ən çox maraq kəsb edən və ən perspektivli hesab edilən sahələrdən biri fənlər arasında inteqrasiyanı dəstəkləyən ixtisaslaşdırılmış informasiya texnologiyalarının və sistemlərinin yaradılmasıdır. Bu texnologiya və sistemlər tədris siteminə inteqrasiya edilməlidir. Bu zərurətin yaranması tədris prosesi ərzində tələbənin dünyagörüşünün formalaşmasında və inkişafında bu və ya digər dərəcədə rol oynayan amillərlə bağlıdır. Fikrimizə, bu amillərin əsaslarını aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar:

- müasir dövr üçün səciyyəvi cəhət prinsipə yeni texnologiyalara əsaslanan informasiya cəmiyyətinə keçiddir, yaşadığımız dünyanın maddi mövcudluğu bir-biri ilə qarşılıqlı sıx əlaqədə olan “üçlük” əsasında tətqiq olunur: materiya, enerji və informasiya;
- bu cür cəmiyyətdə istənilən təhsil sistemi üçün ən aktual problemlərdən biri elə müasir insanın formalaşdırılmasıdır ki, o, informasiya cəmiyyətində öz yerini tapa bilsin, sürətlə baş verən dəyişikliklərə tez adaptasiya oluna bilsin, yəni informasiya və kommunikasiya texnologiyalarına əsaslanan, tam inkişaf etmiş dünyagörüşünə malik olsun;
- buna görə də təhsil, o cümlədən ali təhsil sistemində daha çox diqqət informatikanın əsas elementlərinin tədrisinə, bu sahədə zəruri biliklərin mənimsənilməsinə yetirilir;
- informatikaya, o cümlədən İKT-yə vahid elmi fənn kimi yanaşılır və inkişaf etdirilir, onun aparatı vahid biliklər sistemi ilə təbiət elmlərinin, ümumən təhsil sistemindəki digər elmlərin və peşəkar biliklərin inkişafı arasında əlaqə rolunu oynayır.

Məlumdur ki, informatika elmi nəzəri cəhətdən kibernetikanın yaranması və inkişafının nəticəsidir. Kibernetika isə riyaziyyatda “yetişmişdir.” Bu səbəbdən də informatikanın riyazi aparat olmadan fəaliyyət göstərməsi mümkün deyil. İKT-nin bir sıra komponentlərini “xalis riyaziyyat” – riyazi məntiqin əsasları; arifmetik əsaslar; hesablama sistemləri; ehtimal nəzəriyyəsinin elementləri və riyazi statistika; alqoritmlər nəzəriyyəsi; qraflar nəzəriyyəsi; riyazi modelləşdirmənin əsasları; təxmini

hesablama üsulları və s. olmadan təsəvvür etmək çətinidir (bu da məntiqlidir – axı “riyaziyyat bütün elmlərin açarındır”).

İnformatika elminin riyaziyyatla bağlı bu növ komponentlərinin öyrənilməsi sahəsində toplanmış elmi-pedaqoji təcrübə göstərir ki, tələbələr riyaziyyatı sistem səviyyəsində vizuallaşdırmağa qabildirlər, onlar yeni elementləri, üsul və texnikaları elə bir ciddi çətinlik çəkmədən və dərindən mənimsəməyi bacarırlar.

Onu da qeyd edək ki, bu gün ali texniki məktəblərin tələbələri informasiya cəmiyyətində tətbiqi riyaziyyatın oynadığı mühüm rolu yaxşı anlayırlar. Bu işə, öz növbəsində müasir tələbəyə tətbiqi riyaziyyatın metodlarını mənimsəməyə, bu elmi praktikada tətbiq etməklə bağlı öz bacarıqlarını inkişaf etdirməyə kömək edir. Bunlar da nəticə etibarilə tədris prosesinin sürətlənməsinə və səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edir. Başqa sözlə, riyaziyyat “quru”, “müərrəd” bir elmdən gerçək həyatda rastlaşdığımız çoxsaylı mürəkkəb problemlərin həlli üçün elmə əsaslanan vasitələr – alətlər dəstinə çevrilir.

Beləliklə, riyaziyyat və informatika arasında effektiv əlaqənin qurulması tələbələrdə ünsiyyət yaratmaq bacarıqlarının formalaşmasına və inkişafına xidmət edir. Bunları nəzərə alaraq, riyaziyyat və informatikanı tədris edən müəllimlər bu fənləri fəal tədris etmək, eyni zamanda tələbələrdə geniş dünyagörüşünü formalaşdırmaq üçün onlarla aşağıdakı sahələrdə uğurlu “əməkdaşlıq” edə bilərlər:

- riyaziyyat və informatika arasında ikiözlü əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi;
- riyaziyyat elminin öyrənilməsində İKT-dən səmərəli istifadə ilə bağlı elmi-metodiki tədqiqatların aparılması;
- riyaziyyat və informatika fənləri üzrə tələbələrdə ünsiyyətqurma bacarıqlarının yaradılması və inkişaf etdirilməsi sahəsində elmi-metodiki tədqiqatların davam etdirilməsi və s.

Riyaziyyat və informatika fənlərinin bir-birilə inteqrasiya olunmuş şəkildə tədris edilməsinin ən optimal yollarından biri inteqrasiya olunmuş dərslər qurmaqdır. Belə dərslər qarşılıqlı əlaqəli şəkildə müxtəlif öyrənmə proseslərinə, bu işə öz növbəsində dərslərin maraqlı, cəlbedici və intensiv olmasına gətirib çıxarır.

Digər tərəfdən, inteqrasiya olunmuş bu cür təlim tərziləri tələbələrə öz qabiliyyətlərini daha yaxşı anlamağa və düzgün qiymətləndirməyə imkan verir, tələbələrdə öyrənməyə marağı artırır, özünü inkişaf etdirməyə həvəs yaradır. İnteqrasiya edilmiş tədris metodu kreativ düşüncəli müəllimlər üçün öz yaradıcılıqlarını, ideyalarını reallaşdırmaq, tədris etmək təcrübəsini sınaqdan çıxarmaq, inkişaf etdirmək və təkmilləşdirmək üçün gözəl şans yaradır. Müəllim inteqrasiya edilmiş dərslərdə müxtəlif vasitələrdən – slaydlar, diaqramlar, animasiyalar, səs effektlərindən və s. istifadə etməklə, öyrənilən mövzunun əsas anlayışlarını, məqamlarını və modullarını izah edə bilər.

Açar sözlər: riyaziyyat, informatika, İKT, tədris, inteqrasiya, müəllim, tələbə

NƏTİCƏ

Qeyd olunanlar aşağıdakıları deməyə əsas verir:

- müasir riyaziyyat müəllimlərinin İKT vasitələrindən istifadə etmək bacarıqlarının olması keyfiyyətli tədrisin təmini üçün tələb olunan aktual məsələdir;
- inteqrasiya olunmuş dərslərdə müasir İKT vasitələrindən istifadə işin fərdiləşdirilməsinə, müəllim-tələbə arasında əks-əlaqənin yaxşılaşmasına, tələbələrdə riyaziyyat və informatika fənlərinin dərindən öyrənilməsinə, motivasiyanın artırılmasına, onlarda obyektiv yanaşma və elmi yaradıcılıq qabiliyyətinin yüksəldilməsinə, dərslərin quruluşunda, gedişində operativ “düzəliş”lər – dəyişikliklər etməklə, daim təkmilləşmə aparmağa və beləliklə də səmərəliliyi artırmağa kömək edə bilər.

**KAOTİK BAŞLANGIÇLI UYARLANABİLİR HARRİS ŞAHİNLERİ OPTİMİZASYON
ALGORİTMASININ PERFORMANS ANALİZİ VE ÇOK SEVİYELİ EŞİKLEMEDEKİ
UYGULAMASI**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF CHAOTIC INITIALIZED ADAPTIVE HARRIS HAWKS
OPTIMIZATION ALGORITHM AND ITS APPLICATION IN MULTI-LEVEL
THRESHOLDING**

Fatmanur ŞERBET

*Öğretim Görevlisi, Munzur Üniversitesi, Pertek Sakine Genç MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü,
Tunceli, Türkiye.*

<https://orcid.org/0000-0002-6129-9523>

Turgay KAYA

*Doçent Doktor, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Elazığ, Türkiye.*

<https://orcid.org/0000-0002-7732-6194>

ÖZET

Optimizasyon algoritmalarının performansı, probleme ait arama uzayının verimli bir şekilde taranmasına bağlıdır. Optimizasyon algoritmasının başlangıç popülasyonu, arama uzayına rastgele dağılarak arama işlemini başlatır. Arama uzayına rastgele dağılan arama ajanlarının en iyi çözüme ulaşması için algoritmanın gelişmiş bir arama tekniğine sahip olması veya şanslı bir dağılım gerçekleştirmesi gerekmektedir. Başlangıç popülasyonunun düzensiz dağılım yerine kaotik bir düzenle arama uzayına dağılmasıyla arama işleminin daha efektif olması beklenir. Bu çalışmada, Harris Şahinleri Optimizasyonu (Harris Hawks Optimization – HHO) algoritmasının başlangıç popülasyonunun Logistic (M1), Chebyshev (M2) ve Circle (M3) kaotik haritalarının karakteristiğiyle arama uzayına dağılması sağlanmıştır. Orijinal HHO ve türetilen Kaotik Başlangıçlı HHO (CIHHO), 3 farklı türdeki 23 Benchmark fonksiyonu ile analiz edilerek performansları kıyaslanmıştır. Benchmark fonksiyonlarıyla gerçekleştirilen 20 bağımsız çalıştırmadan elde edilen sonuçların ortalamasına göre M2-CIHHO ~%43,48 başarı oranıyla dikkat çekmiştir. M2-CIHHO algoritmasının amaç fonksiyonu, çok seviyeli eşikleme problemlerinde kullanılmak üzere Kapur Entropisine göre düzenlenmiştir. Eşik sayısı manuel olarak belirlenen algoritma, belirlenen üç farklı test görüntüsüne uygulanmıştır. Algoritmadan elde edilen sonuçlar çalışma içerisinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Harris Şahinleri Optimizasyon Algoritması, Kaos, Kapur Entropisi, Çok Seviyeli Eşikleme.

ABSTRACT

The performance of optimization algorithms relies on efficiently exploring the search space relevant to the problem. The initial population of the optimization algorithm initiates the search process by randomly dispersing across the search space. For randomly dispersed search agents within the search space to reach the optimal solution, the algorithm must possess advanced search techniques or achieve a fortunate distribution. It is expected that distributing the initial population into the search space with a chaotic arrangement rather than a random one will lead to more effective search processes. In this study, the initial population of the Harris Hawks Optimization (HHO) Algorithm was distributed into the search space according to the characteristics of Logistic (M1), Chebyshev (M2), and Circle (M3) chaotic maps. The original HHO and the derived Chaotic Initialized HHO (CIHHO) were compared in terms of performance by analyzing them with 23 benchmark functions of three different types. M2-CIHHO has drawn attention with a success rate of approximately 43.48% based on the average results obtained from 20 independent runs conducted with benchmark functions. The fitness function of the

M2-CIHHO algorithm is adjusted according to Kapur Entropy for use in multi-level thresholding problems. Algorithms with manually determined numbers of threshold were applied to three different test images. The results obtained from the algorithm have been presented within the study.

Keywords: Harris Hawks Optimization Algorithm, Chaos, Kapur's Entropy, Multi-Level Thresholding.

**DÜŞEN AĞIRLIK DARBE YÜKLEMESİ ALTINDA KALIN TABAKALI
KOMPOZİTLERDE ABSORBE ENERJİSİ VE HASAR ALANI DEĞİŞİMİNİN TAM
MODELİN SİMETRİĞİNİN MODELLENMESİ TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ**
**DETERMINATION OF THE VARIATION OF ABSORPTION ENERGY AND DAMAGE
AREA IN THICK LAYERED COMPOSITES UNDER DROP WEIGHT IMPACT LOADING
BY MODELLING THE SYMMETRY OF THE FULL MODEL**

Furkan BAŞOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Kocaeli, Türkiye

Doç. Dr. Mustafa Özgür BORA

*Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Gövde ve Motor Bakımı Bölümü, Kocaeli Üniversitesi,
Kocaeli, Türkiye*

Arş. Gör. Ender Can YAKAR

*Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Gövde ve Motor Bakımı Bölümü, Kocaeli Üniversitesi,
Kocaeli, Türkiye*

ÖZET

Bu çalışmada, kalın tabakalı cam elyaf takviyeli epoksi kompozit numunelerin düşük hızlı darbe davranışları, düz ve silindirik bir uca sahip darbe test cihazı kullanılarak incelenmiştir. Numuneler, 10 mm kalınlığında tek yönlü cam elyaf takviyeli epoksi matris levhalar kullanılarak otoklav üretim yöntemiyle hazırlanmıştır. Düşük hızlı düşen ağırlık darbe testleri için 100 mm x 100 mm boyutlarında numuneler kesilmiş ve bu testler Instron 9250 HV düşük hızlı darbe test cihazı kullanılarak Tübitak-MAM yerleşkesinde gerçekleştirilmiştir. Darbe testlerinde 50J ile 225J arasında değişen darbe enerjileri uygulanmıştır. Söz konusu testleri simüle etmek için LS-DYNA kullanılarak, bu enerji seviyeleri için bir modelleme yapılmıştır. Yapılan testlerde kullanılan numune ve darbe uçları simetrik özellik taşıdıkları için, sistemin ¼'ünün modellenmesi uygun görülmüştür. Numunelerin enerji/zaman eğrileri, deney sonuçlarına ve sonlu elemanlar analizi sonuçlarına göre elde edilmiş ve absorbe edilen enerjiler arasındaki değişimler incelenmiştir. Bu değişimler yüzdesel olarak incelendiğinde, deneysel sonuçlar ile analiz sonuçları arasında iyi bir uyum olduğu görülmüştür. Bunlar haricinde, sonlu elemanlar analizi ile elde edilen sonuçlar kullanılarak alt tabakaların her birinde meydana gelen hasar alanları da incelenmiştir. Her bir enerji seviyesi için alt tabakaların hasar alanlarına tek tek bakıldığında, alt tabakaların kendi aralarında büyük farkların oluşmadığı görülmüştür; fakat toplam hasar alanlarının artan darbe enerjisi ile arttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Düşük hızlı darbe testi, kalın tabakalı kompozit, sonlu elemanlar analizi, darbe enerjisi değişimi, hasar mekanizmaları

ABSTRACT

In this study the low velocity impact behaviour of thick layered glass fibre reinforced epoxy composite specimens was investigated using a flat and cylindrical tip impact testing machine. The specimens were prepared by autoclave fabrication using 10 mm thick unidirectional glass fibre reinforced epoxy matrix sheets. Specimens with dimensions of 100 mm x 100 mm were cut for low speed falling weight impact tests and these tests were carried out at the Tübitak-MAM campus using an Instron 9250 HV low speed impact tester. Impact energies ranging from 50J to 225J were applied in the impact tests. LS-DYNA was used to simulate these tests and modelling was performed for these energy levels. As the specimen and impact tips used in the tests were symmetrical, it was considered appropriate to model ¼ of the system. The energy/time curves of the specimens were obtained according to the experimental and finite element analysis results, and the changes at absorbed energy were analysed. When these changes were analysed in percentage terms, it was found that there was good agreement

between the experimental and analysis results. In addition, the damage areas occurring in each of the substrates were also analysed using the results obtained from the finite element analysis. When the damage areas of the substrates for each energy level were analysed individually, it was observed that there were no major differences between the substrates; however, it was observed that the total damage areas increased with increasing impact energy.

Keywords: Low velocity impact test, thick layered composite, finite element analysis, impact energy change, damage mechanisms

1. GİRİŞ

Yüksek spesifik rijitlik/dayanım, gelişmiş yorulma dirençleri ve korozyona karşı dirençleri nedeniyle, fiber takviyeli kompozitler rüzgâr türbini, havacılık, savunma, otomotiv ve inşaat endüstrilerinde bir dizi fayda sağlamaktadır. Ek olarak rotor kanatları, kanatlar, dengeleyiciler ve gövde bileşenlerinde alüminyum gibi geleneksel malzemelerin yerini alabilecekleri havacılık uygulamalarında fiber takviyeli kompozitler, daha iyi mukavemet/ağırlık oranı ve şekillendirilebilirlikleri nedeniyle tercih edilen malzeme haline gelmiştir (Kannivel, Subramanian, Arumugam ve Dhakal, 2020; Qiu, 2023). Bunun yanında fiber takviyeli kompozitlerin zayıf fiber-matris arayüzü, düşük enine mekanik özellikler, delaminasyon sorunları ve düşük darbe direnci gibi birtakım dezavantajları da bulunmaktadır (Kannivel, Subramanian, Arumugam ve Dhakal, 2020).

Fiber takviyeli kompozitler yapıların düşük hızlı darbe yüklemelerine karşı savunmasız olduğu, bu da olası zararları öngörmenin ve en aza indirmenin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır. Dinamik yükleme koşullarında, bu tür darbe yüklemelerinden kaynaklanan en ufak hasar bile yayılabilir ve sonuçta ciddi yapısal bozulmaya ve hatta malzeme kaybına neden olabilir (Akın ve Şenel, 2010). Düşük hızlı darbe yüklemeleri sonucu tabakalı kompozit malzemelerde ciddi iç yapıda delaminasyon hasarına karşı risk bulunmaktadır. Yüzeydeki hasar hemen fark edilmese bile, iç tabakaların ayrılması malzemenin mekanik nitelikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve yük taşıma kapasitesini azaltabilir. Bu nedenle yapısal unsur olarak kullanılan tabakalı kompozit parçaların performansını ve yapısal bütünlüğünü belirlemek için tabakalı kompozit malzemelerin darbe davranışını araştırmak çok önemlidir (He, He ve Yang, 2019). Grafit/epoksi tabakalı kompozit malzemelerin düşük hızlı darbe yüklemeleri altındaki mekanik davranışı hasarlı elemanlarının bozunmasını ve hasar kriterlerini birleştiren hem iki hem de üç boyutlu sonlu eleman analiz teknikleri kullanılarak açıklığın kalınlığa oranı, düzlem dışı sertlik, ortotropi ve istifleme sırası dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, minimum en boy oranı (b/h) 30'dan büyük olduğunda, kompozit malzemelerin düşük hızlı darbe yüklemelerinden kaynaklanan enine kayma deformasyonunu temsil etmek için iki boyutlu sonlu eleman analizinin yeterli olduğunu göstermiştir (Cho ve Zhao, 2002). Otomobil ve denizcilik endüstrilerinde düşük hızlı darbeye dayanıklı bileşenlerin tasarımında kullanımlarını analiz etmek amacıyla, cam elyaf tabakalı kompozitlerin düşük hızlı darbeler altındaki davranışına ilişkin deneysel sonuçlar sunulmuştur. Ayrıca, hasar aşamalarını ve ana fiberler üzerindeki eşdeğer gerilim dağılımını belirtmek amacıyla, Ansys Explicit Dynamics yardımıyla orta seviyede sonlu elemanlar modeli çalıştırılmıştır. Sonuçlardan, düşük hızlı darbeler maruz kalan otomobil ve denizcilik endüstrileri için gerçek bileşenler üzerindeki araştırmaların devamını teşvik edici olduğu belirtilmiştir (Păduraru, Ojoc, Petrescu, Graur, Pîrvu ve Deleanu, 2023). Fiber uzunluğunun tabakalı kompozit malzemenin darbe davranışı özelinde etkisi incelenmiştir ve aynı tek yönlü malzemenin yapılmış sürekli elyaf takviyeli yarı izotropik tabakalı kompozit numunelerin özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Darbe testleri sonrasında numunelerde oluşan hasar mekanizmalarını değerlendirmek için tahribatsız ultrasonik ve mikrotomografi yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar, dikkate alınan tüm kompozit konfigürasyonlar için malzeme içindeki hasar alanındaki artışla ilişkili olarak darbe enerjisinde bir artış göstermiş; bu, artan temas süresi, artan çarpma geri tepme süresi, çarpma olayı sırasında maksimum kuvvet ile yer değiştirme arasındaki artan gecikmeden kaynaklandığı belirtilmiştir (Kravchenko, Volle ve Kravchenko, 2021). 10 J ila 60 J aralığında darbe enerjisinin etkileri, takviye malzemesi olarak $[45/(0/90)_2]_s$ yönlendirilmiş tek yönlü E-cam ve matris malzemesi olarak epoksi reçineden oluşan bir tabakalı kompozit için incelenmiştir. Numunenin absorbe ettiği enerji, temas kuvveti, yer değiştirme ve temas süresi gibi çeşitli parametreleri analiz etmek için deneysel ve sayısal değerlendirmeler

yapılmıştır. Bulgular, bu parametrelerin penetrasyon enerjisi noktasına kadar arttığını göstermektedir. Ancak penetrasyon enerjisi eşliğinin ötesinde absorbe edilen enerji, temas kuvveti ve yer değiştirme değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Yalkın, Karakuzu ve Alpyıldız, 2020). Çalışma, üç farklı istifleme ile tabakalı kompozitler üzerindeki düşük hızlı darbe hasarının kapsamlı deneysel ve hesaplamalı analizlerini sunmaktadır. Sonlu elemanlar analiz simülasyonları, darbe yükü tepkilerini ve çarpma sırasında ortaya çıkan hasarı doğru bir şekilde göstermektedir. Geliştirilmiş bir Schapery Teorisi modeli kullanılarak, düşük hızlı darbe hasarının fiziği, değişen istiflemeye sahip numuneler için ve darbe enerjisinin bir fonksiyonu olarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu model, tabakalı kompozitlerin darbe davranışını belirleyen temel mekanizmaların ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına olanak sağlamıştır (Lin ve Waas, 2021). Çalışmada, $[0_2/90_2]_{4S}$ tabakalı kompozitlerin merkezine eşit uzaklıktaki iki darbe konumu parametresi göz önüne alınarak numuneler darbe yüklemesine maruz bırakılmıştır. Darbe testleri sırasında darbe kuvveti-zaman/merkezi yer değiştirme eğrilerinin yanı sıra öngörülen delaminasyon hasarı alanını içeren mekanik eğriler elde edilmiştir. Deneysel sonuçlar, mekanik eğrilerde gözlemlenen değişim durumunu, çeşitli darbe enerjisi seviyelerinde darbeye bağlı hasar modlarıyla doğrudan ilişkili olduğunu ortaya çıkarmıştır (Liao, Wang, Zheng, Cao, Li, Ma, Tao ve Fang, 2020).

Tabakalı kompozitler ile ilgili yapılan düşen ağırlık darbe yüklemeleri konusu özelindeki deneysel çalışmalar ve bu çalışmalar sonunda elde edilen bilgiler, bu tip hasarların karakteristiklerini ve kompozit malzemenin darbe altındaki davranışını ortaya koyması açısından oldukça önemlidir; ancak bu çalışmalar göz ardı edilemeyecek zaman ve para maliyetlerini de beraberinde getirmektedir. Günümüzde bu deneysel çalışmalara alternatif ve destek olarak, sonlu elemanlar analizi yöntemleri kullanılarak tabakalı kompozit malzemelerin dinamik darbe davranışlarını incelemek ve değerlendirmek için kullanılacak sonlu elemanlar analiz programları mevcuttur. Bu programlara ANSYS, LS-DYNA, Abaqus, Nastran gibi analiz programları örnek olarak verilebilir. Etkileşen parçalar arasındaki sınır koşulları, parçaların temas şekli, parçalar arasındaki hasar kriterleri ve malzeme türü gibi bilgiler bu programlara girilebilmekte ve bu bilgilere dayalı yapılan say-sonlu elemanlar analizi deneysel gözlemlerden elde edilenlere yakın sonuçlar verebilmektedir. Deney ile incelenemeyen küçük darbelerin malzemeler üzerindeki etkilerinin detaylı incelenmesinde sonlu elemanlar yöntemi önemli bir yere sahip olabilmektedir. Sonlu elemanlar analizinde, simetrik özellik gösteren bir problem, sadece simetrik parçası üzerinden analizi gerçekleştirilerek incelenebilmektedir. Bu sayede, üzerinde analiz yapılan sistemlerin tamamen modellenmesine gerek kalmamaktadır. Böylece, sayısal ağ eleman sayısından ve analizin geçeceği süre miktarından tasarruf elde edilebilmektedir. Ayrıca, tam modelde kullanılacak eleman sayısı kadar elemanla çalışılmak istendiğinde, simetrik modelde daha sıkı bir mesh yapısı elde edilerek daha hassas sonuçlara ulaşabilmek mümkündür.

Bu çalışmada, 10 mm çapa sahip düz darbe ucu kullanılarak farklı darbe enerjileri altında (50J-225J), 10 mm kalınlığına sahip tek yönlü cam elyaf takviyeli epoksi matrisli tabakalı kompozit malzemelerin düşük hızlı darbe davranışları deneysel ve modelleme tekniği kullanılarak toplam enerji ve absorbe enerji değerleri incelenmiştir. Numunelerin darbe davranışlarını gözlemek için enerji-zaman eğrileri darbe enerji seviyelerine göre verilerek modellemeden elde edilen verilerle karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Ek olarak darbe yüklemesi nedeniyle oluşan hasar alanlarının darbe enerjisine göre değişimi modelleme tekniği ile kullanılarak belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

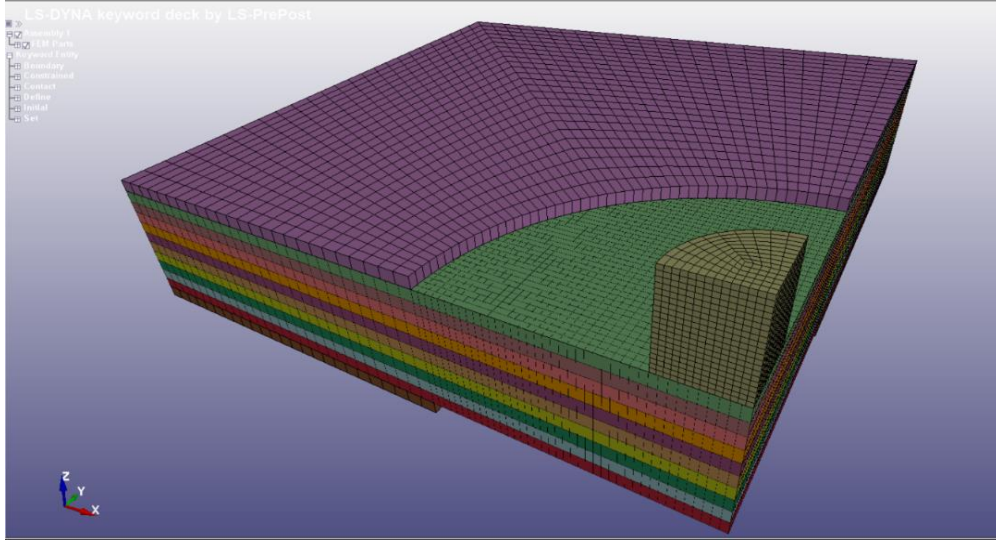
10 mm çaplı düz darbe ucu kullanılarak yapılan düşen ağırlık darbe testlerinin simüle edilmesi amacıyla, darbe analizleri için sonlu elemanlar analiz programlarından birisi olan LS-DYNA kullanılmıştır. Sisteme ait olan parçaların modellenmesi, Ls-Prepost kullanılarak yapılmıştır. LS-DYNA, kullanıcılara gerek malzeme gerekse parçalar arasındaki ilişkileri tanımlamada çok detaylı seçenekler sunabildiği için darbe yüklemeleri simülasyonlarında sıklıkla kullanılan bir programdır (Toor, Baluch, Wadood, Rehman, Saleem, Butt ve Hayat, 2023).

Kompoziti oluşturan katmanları üç boyutlu modellemek yerine iki boyutlu kabuk eleman olarak modellemek analiz süresini etkili bir biçimde kısaltmaktadır. Bununla birlikte, analizi yapılacak sistem simetrik bir özellik taşıyorsa, söz konusu modelin $\frac{1}{2}$ 'si ya da $\frac{1}{4}$ 'ü modellenerek yapılan analizler de mümkündür (Ahmad, Abbassi, Park, Jung ve Hong, 2018; Bodepati, Reddy ve Vemuri, 2020; Matti, Praveen ve Powell, 2008). Bu yöntem, analiz içerisindeki mesh sayısını otomatik olarak azalttığı için analiz yapan bilgisayarın CPU ve bellek gereksinimini azaltmaktadır. Bu sayede de daha kısa süreler içinde analiz sonuçları elde edilebilmektedir. Bazı analizlerde daha hassas sonuçlar elde etmek için, darbe bölgesinde daha sıkı bir mesh yapısı tanımlama esnekliği de sağlanabilmektedir.

Tek yönlü, cam elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzeme 10 mm kalınlıkta ve 30 kata sahip bir yapıdadır. Kompozit malzemenin mekanik özellikleri, LS-Prepost içerisinde bulunan MAT54 ENHANCED COMPOSITE DAMAGE adlı materyal kartı içerisine tanımlanmıştır. Bu materyal kartının içerisinde, Tsai-Wu matris hasar kriteri kullanılmaktadır ve bu kriterin gerektirmiş olduğu değerler tanımlanmaktadır. Darbe düzeneğini temsil eden üç boyutlu şekil; düz uçlu, rijit özellikte ve 10 mm çaplı, 6.667 mm yüksekliğe sahip bir silindir şeklinde çizilmiştir. Darbe testindeki çarpma düzeneğinin toplam ağırlığı 26.516 kg'dır. Silindirin elastik modülü (E) 207 GPa, Poisson oranı 0.3 olarak alınmıştır (Uyaner, Kara, Kepir ve Günöz, 2022).

Üzerinde uğraşılan sistem, darbe ucu ve destek plakaları ile beraber simetrik bir yapıda oldukları için tam modelin $\frac{1}{4}$ 'lük simetriği modellenmiştir. Ayrıca darbe yüklemesinin gerçekleşeceği alanda, daha hassas sonuçlar elde etmek adına daha sıkı bir mesh yapısı tanımlanmıştır. Böylece tam model için gerekli olacak sayısal ağ yapısından (element ve node sayıları) ve çözüm süresinden tasarruf etmek mümkün olmuştur. Kompozit plakayı oluşturan katmanlar, 3 katlı 10 adet parçadan oluşmaktadır. Bunun yapılmasının temel sebebi, katmanlar arasında hasar ilerlemesinin nasıl olacağına, hasar alanlarına bakarak görmektir.

Sayısal ağ elemanları ise kompozit plakada darbe bölgesi için 0.5 mm, diğer bölgeler için de 1 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Kompozit plakanın iç tarafta kalan iki kenarı simetri kenarları olarak tanımlanmıştır. Bu kısımlar hareket yönü hariç diğer yönlerdeki öteleme ve dönme hareketleri kısıtlanmak suretiyle (CONSTRAINED_GLOBAL) tanımlama gerçekleştirilmiştir. Plakanın geriye kalan iki kenarı ise BOUNDARY_SPC_SET kartı ile sabitlenmiştir. Kompozit plaka, alt ve üst kısımdan 40 mm çaplı deliğe sahip iki çelik plaka ile desteklenmektedir. Bu plakalar da kompozit plakanın alt ve üst tarafında olacak şekilde modellenmiş; x, y ve z koordinatları üzerindeki öteleme ve dönme hareketlerinin hepsi bu çelik plaka için kısıtlanmıştır. Bu çelik plakalar ayrıca rijit özelliktedir. Modelleme ile alakalı görsel ise Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Yapılan modelleme için perspektif görüntüsü ve sayısal ağ yapısı

Katmanlar arasındaki temas ilişkisini tanımlarken

CONTACT_AUTOMATIC_ONE_WAY_SURFACE_TO_SURFACE_TIEBREAK kartı kullanılmıştır. Bu kart içerisinde parçalar arasında sürtünme katsayısı tanımlanmıştır. Kompozit plakalar arasında 0.2 olacak şekilde bir sürtünme katsayısı belirlenmiştir. Kompozit plaka ile darbe ucu ve destek plakaları arasındaki temas ilişkisi CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE kartı ile tanımlanmıştır. Bu kart kullanılarak sadece darbe ucu ile kompozit plakalar arasındaki sürtünme katsayısı 0.2 olarak ayarlanmıştır (Sy, Fawaz ve Bougherara, 2019).

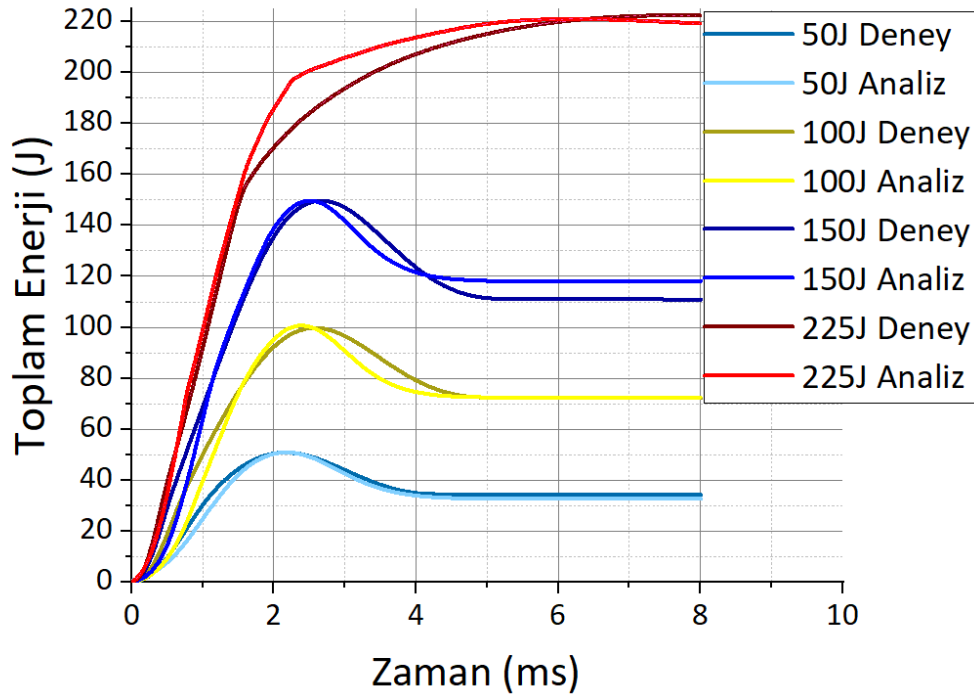
3. DENEYSSEL SONUÇLARIN VE MODELLEME SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Darbe ucunun konumu, kompozit plakaya ilk temas ettiği ana göre konumlandırılmıştır. Yapılan analizler sırasıyla; 50J, 100J, 150J ve 225J enerji seviyelerine göre yapılmıştır. Temas anındaki hızlar ise bu enerji seviyelerinde, Denklem 1’de de görüleceği üzere kinetik enerji denkleminde yerine konularak hesaplanmıştır.

$$E = \frac{1}{2} mV^2 \quad (1)$$

INITIAL_VELOCITY_GENERATION kartı kullanılmak suretiyle bu hız değerleri program içerisinde uygun yönde sınır şartı olarak tanımlanmıştır. Bu hızlar ise sırasıyla; 1.965 m/s, 2.766 m/s, 3.367m/s ve 4.106 m/s olarak hesaplanmıştır.

Yapılan analiz sonuçlarından enerji ile alakalı grafikler ‘Post – Binout’ ile alınmıştır. ‘Matsum’ seçeneği kullanılarak darbe ucunu temsil eden modelin enerji değişimine bakılmış ve darbe enerjisinin zamana bağlı grafikleri çıkarılmıştır. Analizden elde edilen sonuçlar ile deney sonuçlarının bir arada verilmiş olduğu eğriler ise Şekil 2’deki gibidir.



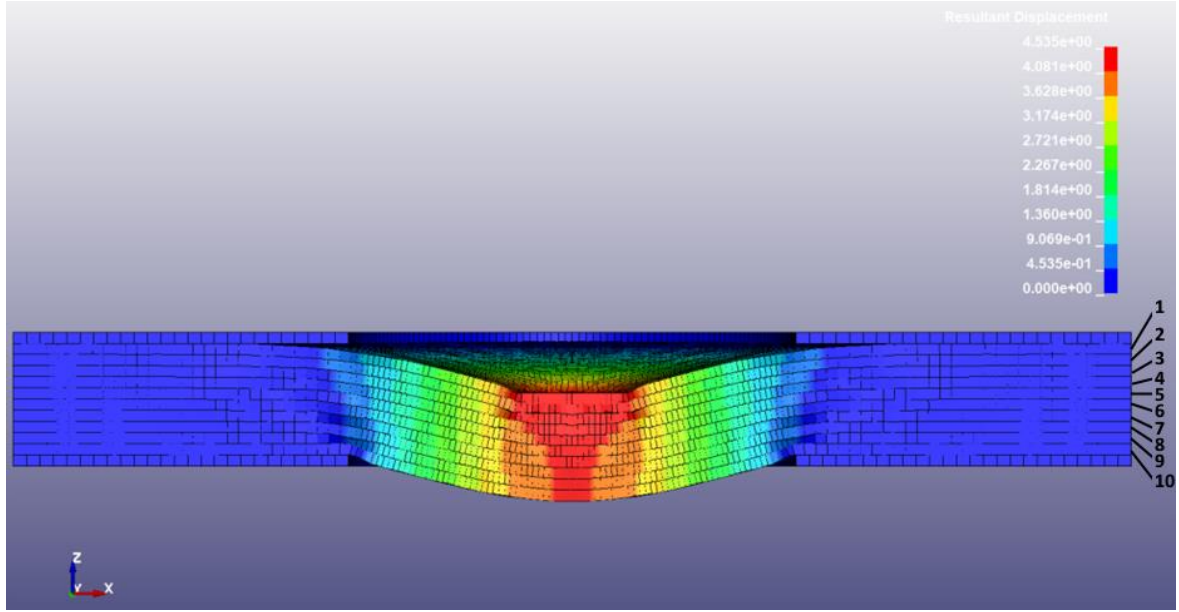
Şekil 2. Deneysel ve analiz enerji-zaman grafiklerinin karşılaştırmaları

Elde edilen değerlerden yola çıkılarak, toplam enerjilerin pik yaptığı nokta ile absorbe enerjileri tespit edilmiş; bu değerler ile deneysel değerler ve analiz değerlerinin yüzdesel farkları hesaplanmış ve Tablo 1’de verilmiştir. Yüzdesel farklar ise iki değer arasındaki mutlak farkın deneysel değere bölünmesi ile bulunmuştur.

Tablo 1. Analiz sonuçları ve deney sonuçlarının yüzdesel farkları

Deneysel	Toplam Enerji Pik Noktaları (E _{imp})			Absorbe Enerjisi (E _a)		
	Deneysel	Analiz	Yüzdesel Fark (%)	Deneysel	Analiz	Yüzdesel Fark (%)
50 J	50.91	50.93	0.03	34.54	32.76	5.15
100 J	99.76	100.70	0.94	72.47	72.52	0.07
150 J	149.68	149.67	0.007	111.11	118.07	6.26
225 J	222.38	220.91	0.66	221.45	219.58	0.84

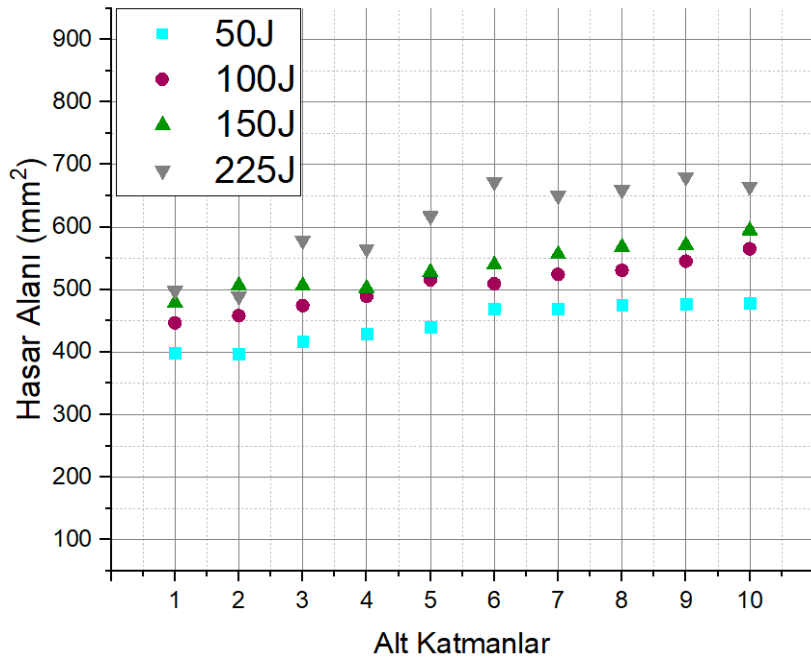
Şekil 2 ve Tablo 1’e bakıldığında grafik değerlerinin ve toplam enerjinin tepe noktalarına ait olan zaman değerlerinin birbirlerine çok yakın oldukları görülmektedir. Absorbe enerji seviyelerindeki farkında makul olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak kullanılan analiz yönteminin uygun olduğu ve bu deney şartlarındaki olayları simüle etme konusunda uygun olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3. Yapılan modelleme için hasar alan ilerlemesinin incelenmesi

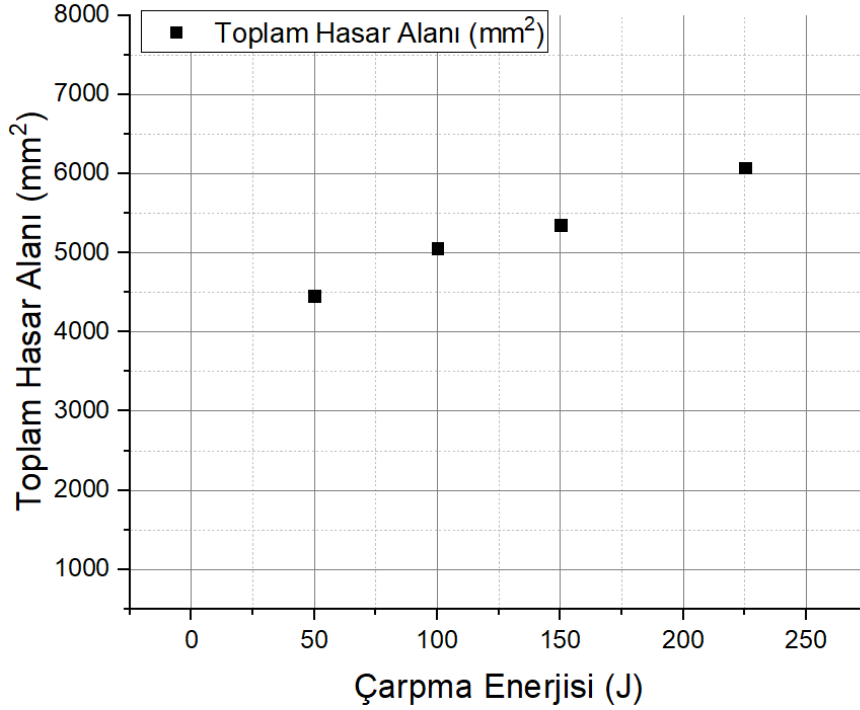
Düz uç kullanıldığında, hasar ilerlemesinin katmanlar boyunca çok aşırı bir alan değişimi olmadan devam etmesi beklenmektedir. Şekil 3'te tam modelin kesit alınmış hali görülmektedir. Bu şekilde maksimum yer değiştirme konumunda modelin görüntüsü verilmektedir. Bu şekilde bakıldığında hasar alanları üzerinde meydana gelen değişim miktarının katmanlar boyunca çok değişmediği görülmektedir. Bu durum ise, düz darbe ucunun hasar ilerlemesi için beklenen bir durumdur.

Sonrasında katmanlar boyunca meydana gelen hasar alanları ImageJ programı kullanılarak hesaplanmıştır. Alt katmanların her biri 1'den 10'a kadar sayılarla ifade edilmiş ve bu katmanların hasar alanları, ImageJ programında doğru ölçeklendirme yapılarak hesaplatılmıştır. Hasar alanları ise katmanlara göre grafik halinde verilmiştir. Yapılan hesaplamalara ait grafik ise Şekil 4'teki gibidir:



Şekil 4. Alt katmanlara göre hasar alanlarının dağılımları

Şekil 4'e bakıldığında her bir enerji seviyesi için hasar alanları arasında büyük değişimlerin olmadığı görülmektedir. Bu, düz uç için beklenen bir durumdur ve yapılan sonlu elemanlar analiz sonuçlarını destekler niteliktedir. Toplam hasar alanlarının enerji seviyelerine göre dağılımı da Şekil 5'teki gibidir:



Şekil 5. Toplam hasar alanlarının çarpma enerjilerine göre dağılımları

Şekil 5'e bakıldığında ise darbe enerjisi arttıkça toplam hasar alanı artmaktadır. Bu durum yapılan testlerin mekanik özelliklerine uygundur.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada tek yönlü, cam elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzeme üzerinde 50J ile 225 J arasındaki çarpışma enerjileri ile düz silindirik darbe ucu kullanılarak düşük hızlı darbe testi gerçekleştirilmiş ve numunelerin bu enerji seviyelerinde düşük hızlı darbe davranışları incelenmiştir.

Analizin gerçekleştirildiği zamandan ve sayısal ağ sayısından tasarruf elde etmek için tam modelin ¼'ünü oluşturan simetrik modellemesi yapılmıştır. Yapılan testler sonunda elde edilen deneysel sonuçlar ile sonrasında sonlu elemanlar analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Toplam enerji ve absorbe enerji verileri üzerinden hem deneysel hem de modelleme yöntemiyle elde edilen veriler kullanılarak numunelerin darbe davranışına ilişkin enerji-zaman eğrileri çizilmiştir. Bu analizler sonucunda, sayısal analiz ile elde edilen verilerin deneysel verilere oldukça yakın ve tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca hasar alanlarının ilerlemesine bakıldığında, alt tabakalar arasında meydana gelen hasar alanları arasında beklendiği gibi fazla bir değişimin olmadığı görülmüştür. Toplam hasar alanlarının ise darbe enerjisinin artmasına paralel olarak arttığı gözlemlenmiştir. Belirtilen bu durumlar da hasar mekanizmasına uygun sonuçlar olarak görülmektedir.

Bu bulgulara dayanarak, farklı enerji düzeyleri için sadece sayısal analiz metodunun kullanılmasının, deneysel çalışma yapılmaksızın bile yeterli olabileceği ve bu şekilde maliyet ve süre açısından avantajlı bir durum sağlanabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca simüle edilen modelin simetrik bir parçası üzerinde yapılan analizin doğru sonuçlar alınması için yeterli olduğu; bunun da analiz süresini ve CPU'ya binen yükü azaltma konularında avantaj getirdiği de ayrıca gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, F., Abbassi, F., Park, M.K., Jung, J., Hong, J. (2018). Finite element analysis for the evaluation of the low-velocity impact response of a composite plate, *Advanced Composite Materials*, doi: 10.1080/09243046.2018.1510589.
- Akın, C., Şenel, M. (2010). An experimental study of low velocity impact response for composite laminated plates, *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21, 77-90.
- Bodepati, V.R., Reddy C, J., Vemuri, M. (2020) Numerical prediction of damage mechanisms of E-Glass/epoxy composite material against ballistic impact of 7.62 MS projectile. *International Journal of Protective Structures*, doi: 10.1177/2041419620967023.
- Cho C, Zhao G. (2002). Effects of geometric and material factors on mechanical response of laminated composites due to low velocity impact. *Journal of Composite Materials*, 36(12),1403-1428. doi:10.1177/0021998302036012165.
- He, J., He, L., Yang, B. (2019). Analysis on the impact response of fiber-reinforced composite laminates: an emphasis on the FEM simulation. *Science and Engineering of Composite Materials*, 26(1), 1-11. doi:10.1515/secm-2017-0222.
- Kannivel, S., Subramanian, H., Arumugam, V., Dhakal, H.N. (2020). Low-velocity impact induced damage evaluation and its influence on the residual flexural behavior of glass/epoxy laminates hybridized with glass fillers. *Journal of Composite Science*, 4, 99. doi: 10.3390/jcs4030099.
- Kravchenko, S.G., Volle, C., Kravchenko, O.G. (2021). An experimental investigation on low-velocity impact response and compression after impact of a stochastic, discontinuous prepreg tape composite. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 149, 106524, doi:10.1016/j.compositesa.2021.106524.
- Liao, B., Wang, P., Zheng, J., Cao, X., Li, Y., Ma, Q., Tao, R. Fang, D. (2020) Effect of double impact positions on the low velocity impact behaviors and damage interference mechanism for composite laminates, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 136, 105964, doi: 10.1016/j.compositesa.2020.105964.
- Lin, S., Waas, A.M. (2021). The effect of stacking sequence on the LVI damage of laminated composites; experiments and analysis. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 145, 106377. doi: 10.1016/j.compositesa.2021.106377.
- Matti, L., Praveen, G., Powell, D. (2008) Simulation of ballistic impact on composite panels, 10th International LS-DYNA Users Conference, 9-12.
- Păduraru, I., Ojoc, G.G., Petrescu, H., Graur, I., Pîrvu, C., Deleanu, L. (2023) The behavior of glass fiber composites under low velocity impacts. *Polymers*, 15, 4549. doi: 10.3390/polym15234549.
- Qiu, J. (2023). Research and analysis on low-velocity impact of composite materials. *Science and Engineering of Composite Materials*, 30(1), 20220209. doi: 10.1515/secm-2022-0209.
- Sy, B.L., Fawaz, Z., Bougherara, H. (2019) Numerical simulation correlating the low velocity impact behaviour of flax/epoxy laminates, *Composites Part A*, 126, doi: 10.1016/j.compositesa.2019.105582.
- Toor, Z.S., Baluch, A.H., Wadood, A., Rehman, A.U., Saleem, M., Butt, M.S., Hayat, K. (2023). Impact based characterization of composites using a computational framework, *Acta Astronautica*, 202,705-714, doi: 10.1016/j.actaastro.2022.11.011.
- Uyaner, M., Kara, M., Kepir, Y., Günöz, A. (2022). Virtual testing of laminated composites subjected to low-velocity impact. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Mechanical Engineering*, 47(3). doi: 10.1007/s40997-022-00527-8.
- Yalkın H.E., Karakuzu R., Alpyıldız T. (2020) Experimental and numerical behaviors of GFRP laminates under low velocity impact. *Journal of Composite Materials*. 54(21),2999-3007. doi:10.1177/0021998320906871.

ON WEAKLY r -SUPPLEMENTED MODULES
ZAYIF r -TÜMLENMİŞ MODÜLLER ÜZERİNE

Celil NEBİYEV

*Assos. Prof. Dr., Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Department of Mathematics and
Science Education, SAMSUN/TÜRKİYE*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7992-7225>

Hasan Hüseyin ÖKTEN

Assos. Prof. Dr., Amasya University, Technical Sciences Vocational School, AMASYA/TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7886-0815>

ABSTRACT

In this work, every ring has an identity and every module over a ring R is a unitary left R -module. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and $U \cap V \ll_r M$, then V is called a weak r -supplement of U in M . If every submodule of M has a weak r -supplement in M , then M is called a weakly r -supplemented module. In this work, some new properties of these modules are investigated. Let M be an R -module. By definitions, we can clearly see that every weak r -supplement submodule in M is a weak supplement submodule in M . Let M be a weakly r -supplemented module. Then M is weakly supplemented. Let $M = M_1 + M_2$ with $M_1, M_2 \leq M$. If M_1 and M_2 are weakly r -supplemented, then M is weakly supplemented. Let M be a weakly r -supplemented module. Then every factor module and every homomorphic image of M are weakly supplemented. Let M be a weakly r -supplemented module. Then every finitely M -generated module is weakly supplemented.

Keywords: Radical, r -Small Submodules, r -Supplemented Modules, Weakly Supplemented Modules.

ÖZET

Bu çalışmada her halka bir birime sahiptir ve bir R halkası üzerindeki her modül bir üniter sol R -modüldür. M bir R -modül ve $U, V \leq M$ olsun. Eğer $M = U + V$ ve $U \cap V \ll_r M$ ise V 'ye U 'nun M içinde bir zayıf r -tümleyeni denir. Eğer M modülünün her alt modülü M içinde bir zayıf r -tümleyene sahipse M modülüne bir zayıf r -tümlemiş modül denir. Bu çalışmada bu modüllerle ilgili birtakım yeni özellikler incelendi. M bir R -modül olsun. Tanımdan açıkça görebiliriz ki M içinde her zayıf r -tümleyen alt modül M içinde bir zayıf tümleyen alt modüldür. M bir zayıf r -tümlemiş modül olsun. Bu durumda M zayıf tümlemiş modüldür. $M_1, M_2 \leq M$ olmak üzere $M = M_1 + M_2$ olsun. Eğer M_1 ve M_2 modülleri zayıf r -tümlemiş ise M modülü zayıf tümlemiş modüldür. M bir zayıf r -tümlemiş modül olsun. Bu durumda M modülünün her bölüm modülü ve her homomorfik görüntüsü zayıf tümlemiş modüldür. M bir zayıf r -tümlemiş modül olsun. Bu durumda her sonlu M -üretilmiş modül zayıf tümlemiş modüldür.

Anahtar kelimeler: Radikal, r -Küçük Alt Modüller, r -Tümlemiş Modüller, Zayıf Tümlemiş Modüller.

1. INTRODUCTION

Throughout this paper, every ring has an identity and every module over a ring R is a left R -module. Let R be a ring and M be an R -module. It is denoted a submodule N of M by $N \leq M$. Let M be an R -module and $N \leq M$. If $L = M$ for every submodule L of M such that $M = N + L$, then N is called a *small* (or *superfluous*) submodule of M and denoted by $N \ll M$. Let M be an R -module. M is said to be *hollow* if every proper submodule of M is superfluous in M . M is called a *local* module if M has the

largest submodule, i.e. a proper submodule which contains all other proper submodules. The intersection of all maximal submodules of an R -module M is called the radical of M and denoted by $RadM$. If M have no maximal submodules, then the radical of M is defined by $RadM=M$. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M=U+V$ and V is minimal with respect to this property, or equivalently, $M=U+V$ and $U \cap V \ll V$, then V is called a *supplement* of U in M . M is said to be *supplemented* if every submodule of M has a supplement in M . Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M=U+V$ and $U \cap V \ll M$, then V is called a *weak supplement* of U in M . M is said to be *weakly supplemented* if every submodule of M has a weak supplement in M . Let M be an R -module and $K \leq M$. If $K \ll RadM$, then K is called an *r-small* submodule of M and denoted by $K \ll_r M$. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M=U+V$ and $U \cap V \ll_r V$, then V is called an *r-supplement* of U in M . M is said to be *r-supplemented* if every submodule of M has an r-supplement in M .

More informations about (amply) supplemented modules are in (Anderson and Fuller, 1974), (Clark et al., 2006), (Nebiyev and Pancar, 2003), (Nebiyev and Pancar, 2013) and (Wisbauer, 1991). The definition of r-small submodules and some properties of them are in (Nebiyev and Ökten, 2022) and (Nebiyev and Sökmez, 2022). The definition of r-supplemented modules and some properties of them are in (Nebiyev and Sökmez, 2022). More informations about weakly supplemented modules are in (Lomp, 1999) and (Clark et al., 2006).

Lemma 1.1. Let M be an R -module. Then the followings hold.

- (i) If M is weakly supplemented, then every homomorphic image of M is weakly supplemented.
- (ii) If M is weakly supplemented, then every factor module of M is weakly supplemented.
- (iii) If M is weakly supplemented, then every supplement submodule in M is weakly supplemented.
- (iv) If M is weakly supplemented, then every direct summand of M is weakly supplemented.
- (v) If M is weakly supplemented, then every submodule of $M/RadM$ is a direct summand of $M/RadM$.
- (vi) Let $M=M_1+M_2$ with $M_1, M_2 \leq M$. If M_1 and M_2 are weakly supplemented, then M is weakly supplemented.
- (vii) Let $M=M_1+M_2+\dots+M_n$ with $M_i \leq M$ ($i=1, 2, \dots, n$). If M_i are weakly supplemented for every $i=1, 2, \dots, n$, then M is weakly supplemented.
- (viii) If M is weakly supplemented, then every finitely M -generated module is weakly supplemented.
- (ix) ${}_R R$ is weakly supplemented if and only if every finitely generated R -module is weakly supplemented.

Proof. See (Lomp, 1999) and (Clark et al., 2006).

2. WEAKLY r-SUPPLEMENTED MODULES

Definition 2.1. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M=U+V$ and $U \cap V \ll_r M$, then V is called a *weak r-supplement* of U in M . M is said to be *weakly r-supplemented* if every submodule of M has a weak r-supplement in M . (See also (Nebiyev and Ökten, 2023))

Proposition 2.2. Every weakly r-supplemented module is weakly supplemented.

Proof. Let M be a weaklyly r-supplemented module and U be a submodule of M . Since M is weakly r-supplemented, U has a weak r-supplement V in M . Here $M=U+V$ and $U \cap V \ll_r M$. Since $U \cap V \ll_r M$ we can see that $U \cap V \ll M$. Hence V is a weak supplement of U in M and M is weakly supplemented.

Since every weakly r-supplemented module is weakly supplemented, weakly r-supplemented modules are more special than weakly supplemented modules.

Proposition 2.3. Let M be a weakly r-supplemented module. Then every homomorphic image of M is weakly supplemented.

Proof. Since M is weakly r-supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every homomorphic image of M is weakly supplemented.

Proposition 2.4. Let M be a weakly r -supplemented module. Then every factor module of M is weakly supplemented.

Proof. Since M is weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every factor module of M is weakly supplemented.

Proposition 2.5. Let M be an weakly r -supplemented module. Then every supplement submodule in M is weakly supplemented.

Proof. Since M is weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every supplement submodule in M is weakly supplemented.

Proposition 2.6. Let M be an weakly r -supplemented module. Then every direct summand of M is weakly supplemented.

Proof. Since M is weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every direct summand of M is weakly supplemented.

Proposition 2.7. Let M be an R -module and $M=M_1+M_2$ with $M_1, M_2 \leq M$. If M_1 and M_2 are weakly r -supplemented, then M is weakly supplemented.

Proof. Since M_1 and M_2 are weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, they are weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, M is weakly supplemented.

Proposition 2.8. Let M be an R -module and $M=M_1+M_2+\dots+M_n$ with $M_i \leq M$ ($i=1, 2, \dots, n$). If M_i are weakly r -supplemented for every $i=1, 2, \dots, n$, then M is weakly supplemented.

Proof. Since M_i are weakly r -supplemented for every $i=1, 2, \dots, n$, by Proposition 2.2, they are weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, M is weakly supplemented, as desired.

Proposition 2.9. Let M be a weakly r -supplemented module. Then every finitely M -generated module is weakly supplemented.

Proof. Since M is weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every finitely M -generated module is weakly supplemented, as desired.

Proposition 2.10. Let M be a weakly r -supplemented module. Then every submodule of $M/RadM$ is a direct summand of $M/RadM$.

Proof. Since M is weakly r -supplemented, by Proposition 2.2, M is weakly supplemented. Then by Lemma 1.1, every submodule of $M/RadM$ is a direct summand of $M/RadM$.

CONCLUSION

Weakly r -supplemented modules are new concepts and the special parts of weakly supplemented modules in module theory.

KAYNAKLAR

Anderson, F.W., & Fuller, K.R. (1974). Rings and Categories of Modules. Springer-Verlag, New York.

Clark, J., Lomp, C., Vanaja, N., & Wisbauer, R. (2006). Lifting Modules Supplements and Projectivity In Module Theory. Frontiers in Mathematics, Birkhauser, Basel.

Lomp, C. (1999). On Semilocal Modules and Rings. Communications in Algebra, 27(4), 1921-1935.

Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2022). Some Properties of r -Small Submodules. Erzincan University Journal of Science and Technology, 15(3), 996-1001.

Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2023). Weakly r -Supplemented Modules. Presented in '4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress', Rize-Türkiye.

Nebiyev, C., & Pancar, A. (2003). On Amply Supplemented Modules. International Journal of Applied Mathematics, 12(3), 213-220.

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

Nebiyev, C., & Pancar, A. (2013). On Supplement Submodules. Ukrainian Mathematical Journal, 65(7), 1071-1078.

Nebiyev, C., & Sökmez, N. (2022). Some Properties of r -Supplemented Modules. Miskolc Mathematical Notes (Accepted).

Sökmez, N. (2023). Some Properties of Amply r -Supplemented Modules. Miskolc Mathematical Notes (Accepted).

Wisbauer, R. (1991). Foundations of Module and Ring Theory. Gordon and Breach, Philadelphia.

**ON COFINITELY r -SUPPLEMENTED MODULES
DUAL SONLU r -TÜMLENMİŞ MODÜLLER ÜZERİNE**

Celil NEBİYEV

*Assos. Prof. Dr. Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Department of Mathematics and
Science Education, SAMSUN/TÜRKİYE*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7992-7225>

Hasan Hüseyin ÖKTEN

Assos. Prof. Dr. Amasya University, Technical Sciences Vocational School, AMASYA/TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7886-0815>

ABSTRACT

In this work, every ring has a unity and every module over a ring R is a unital left R -module. Let M be an R -module. If every cofinite submodule of M has a supplement in M , then M is called a cofinitely supplemented module. If every cofinite submodule of M has an r -supplement in M , then M is called a cofinitely r -supplemented module. In this work, some new properties of cofinitely r -supplemented modules are investigated. It is clear that every cofinitely r -supplemented module is cofinitely supplemented. Let M be a finitely generated R -module. If M is cofinitely r -supplemented, then M is supplemented. Let M be an R -module. If every cofinite submodule of M has a weak supplement in M , then M is called a cofinitely weak supplemented module. It is clear that every cofinitely r -supplemented module is cofinitely weak supplemented. Because of this any sum of cofinitely r -supplemented modules is cofinitely weak supplemented. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then every factor module and every homomorphic image of M are cofinitely weak supplemented.

Keywords: Radical, r -Small Submodules, Supplemented Modules, Cofinitely Supplemented Modules.

ÖZET

Bu çalışmada her halka bir birim elemana sahiptir ve bir R halkası üzerindeki her modül bir üniter sol R -modüldür. M bir R -modül olsun. Eğer M modülünün her dual sonlu alt modülü M içinde bir tümleyene sahipse M modülüne bir dual sonlu tümlenmiş modül denir. Eğer M modülünün her dual sonlu alt modülü M içinde bir r -tümleyene sahipse M modülüne bir dual sonlu r -tümlemiş modül denir. Bu çalışmada dual sonlu r -tümlemiş modüllerle ilgili bazı yeni özellikler incelendi. Açık ki her dual sonlu r -tümlemiş modül dual sonlu tümlenmiştir. M sonlu üretilmiş bir R -modül olsun. Eğer M modülü dual sonlu r -tümlemiş ise M modülü tümlenmiştir. M bir R -modül olsun. Eğer M modülünün her dual sonlu alt modülü M içinde bir zayıf tümleyene sahipse M modülüne bir dual sonlu zayıf tümlemiş modül denir. Açık ki her dual sonlu r -tümlemiş modül dual sonlu zayıf tümlenmiştir. Bundan dolayı dual sonlu r -tümlemiş modüllerin herhangi toplamı dual sonlu zayıf tümlenmiştir. M bir dual sonlu r -tümlemiş modül olsun. Bu durumda M modülünün her bölüm modülü ve her homomorfik görüntüsü dual sonlu zayıf tümlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Radikal, r -Küçük Alt Modüller, Tümlemiş Modüller, Dual Sonlu Tümlemiş Modüller.

1. INTRODUCTION

Throughout this paper, every ring has a unity and every module over a ring R is a left R -module. Let R be a ring and M be an R -module. It is denoted a submodule N of M by $N \leq M$. Let M be an R -module

and $N \leq M$. If $L = M$ for every submodule L of M such that $M = N + L$, then N is called a *small* (or *superfluous*) submodule of M and denoted by $N \ll M$. Let M be an R -module and $U \leq M$. If M/U is finitely generated, then U is called a *cofinite* submodule of M . Let M be an R -module. M is said to be *behollow* if every proper submodule of M is superfluous in M . M is called a *local* module if M has the largest submodule, i.e. a proper submodule which contains all other proper submodules. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and V is minimal with respect to this property, or equivalently, $M = U + V$ and $U \cap V \ll V$, then V is called a *supplement* of U in M . M is said to be *supplemented* if every submodule of M has a supplement in M . If every cofinite submodule of M has a supplement in M , then M is called a *cofinitely supplemented* module. Let M be an R -module and $U \leq M$. If for every $V \leq M$ such that $M = U + V$, U has a supplement V' with $V' \leq V$, it is said U has *ample supplements* in M . M is said to be *amply supplemented* if every submodule of M has ample supplements in M . The intersection of all maximal submodules of an R -module M is called the radical of M and denoted by $RadM$. If M have no maximal submodules, then the radical of M is defined by $RadM = M$. Let M be an R -module and $K \leq M$. If $K \ll RadM$, then K is called an *r-small* submodule of M and denoted by $K \ll_r M$. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and $U \cap V \ll_r V$, then V is called an *r-supplement* of U in M . M is said to be *r-supplemented* if every submodule of M has an r-supplement in M . Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and $U \cap V \ll M$, then V is called a *weak supplement* of U in M . M is said to be *weakly supplemented* if every submodule of M has a weak supplement in M . M is said to be *cofinitely weak supplemented* if every cofinite submodule of M has a weak supplement in M .

More informations about (amply) supplemented modules are in (Anderson and Fuller, 1974), (Clark et al., 2006), (Nebiyev and Pancar, 2003), (Nebiyev and Pancar, 2013) and (Wisbauer, 1991). The definition of r-small submodules and some properties of them are in (Nebiyev and Ökten, 2022) and (Nebiyev and Sökmez, 2022). The definition of r-supplemented modules and some properties of them are in (Nebiyev and Sökmez, 2022). More informations about cofinitely supplemented modules are in (Alizade et al., 2001). More informations about weakly supplemented and cofinitely weak supplemented modules are in (Alizade and Büyükaşık, 2003) and (Clark et al., 2006).

Lemma 1.1. Let M be an R -module. Then the followings hold.

- (i) If M is cofinitely supplemented, then every homomorphic image of M is cofinitely supplemented.
- (ii) If M is cofinitely supplemented, then every factor module of M is cofinitely supplemented.
- (iii) If M is cofinitely supplemented, then every direct summand of M is cofinitely supplemented.
- (iv) M is cofinitely supplemented if and only if every maximal submodule of M has a supplement in M .
- (v) Any sum of cofinitely supplemented modules is cofinitely supplemented.
- (vi) If M is cofinitely supplemented, then every M -generated module is cofinitely supplemented.
- (vii) If M is cofinitely weak supplemented, then every homomorphic image of M is cofinitely weak supplemented.
- (viii) If M is cofinitely weak supplemented, then every factor module of M is cofinitely weak supplemented.
- (ix) If M is cofinitely weak supplemented, then every direct summand of M is cofinitely weak supplemented.

Proof. See (Alizade et al., 2001) and (Alizade and Büyükaşık, 2003).

2. COFINITELY r-SUPPLEMENTED MODULES

Definition 2.1. Let M be an R -module. If every cofinite submodule of M has an r-supplement in M , then M is called a cofinitely r-supplemented module. (See also (Sökmez and Nebiyev, 2023).

Proposition 2.2. Every cofinitely r-supplemented module is cofinitely supplemented.

Proof. Let M be a cofinitely r -supplemented module and U be a cofinite submodule of M . Since M is cofinitely r -supplemented, U has an r -supplement V in M . Here $M=U+V$ and $U \cap V \ll_r V$. Since $U \cap V \ll_r V$ we can see that $U \cap V \ll V$. Hence V is a supplement of U in M and M is cofinitely supplemented.

Since every cofinitely r -supplemented module is cofinitely supplemented, cofinitely r -supplemented modules are more special than cofinitely supplemented modules.

Proposition 2.3. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then every homomorphic image of M is cofinitely supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.2, M is cofinitely supplemented. Then by Lemma 1.1, every homomorphic image of M is cofinitely supplemented.

Proposition 2.4. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then every factor module of M is cofinitely supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.2, M is cofinitely supplemented. Then by Lemma 1.1, every factor module of M is cofinitely supplemented.

Proposition 2.5. Let M be an cofinitely r -supplemented module. Then every direct summand of M is cofinitely supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.2, M is cofinitely supplemented. Then by Lemma 1.1, every direct summand of M is cofinitely supplemented.

Proposition 2.6. Any sum of cofinitely r -supplemented modules is cofinitely supplemented.

Proof. By Proposition 2.2, every cofinitely r -supplemented module is cofinitely supplemented. Then by Lemma 1.1, any sum of cofinitely r -supplemented modules is cofinitely supplemented.

Proposition 2.7. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then every M -generated module is cofinitely supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.2, M is cofinitely supplemented. Then by Lemma 1.1, every M -generated module is cofinitely supplemented, as desired.

Proposition 2.8. Let M be an R -module. If every maximal submodule has an r -supplement in M , then M is cofinitely supplemented.

Proof. Since every r -supplement submodule in M is a supplement submodule in M , every maximal submodule of M has a supplement in M . Then by Lemma 1.1, M is cofinitely supplemented, as desired.

Proposition 2.9. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then M is cofinitely weak supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.2, M is cofinitely supplemented. Since every cofinitely supplemented module is cofinitely weak supplemented, M is cofinitely weak supplemented, as desired.

Proposition 2.10. Let M be a cofinitely r -supplemented module. Then every homomorphic image of M is cofinitely weak supplemented.

Proof. Since M is cofinitely r -supplemented, by Proposition 2.9, M is cofinitely weak supplemented. Then by Lemma 1.1, every homomorphic image of M is cofinitely weak supplemented.

CONCLUSION

Cofinitely r -supplemented modules are new concepts and the special parts of cofinitely supplemented modules in module theory.

KAYNAKLAR

Alizade, R., Bilhan, G., & Smith, P. F. (2001). Modules whose Maximal Submodules have Supplements. *Communications in Algebra*, 29(6), 2389-2405.

- Alizade, R., & Büyükaşık, E. (2003). Cofinitely Weak Supplemented Modules. *Communications in Algebra*, 31(11), 5377--5390.
- Anderson, F.W., & Fuller, K.R. (1974). *Rings and Categories of Modules*. Springer-Verlag, New York.
- Clark, J., Lomp, C., Vanaja, N., & Wisbauer, R. (2006). *Lifting Modules Supplements and Projectivity In Module Theory*. *Frontiers in Mathematics*, Birkhauser, Basel.
- Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2022). Some Properties of r -Small Submodules. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 15(3), 996-1001.
- Nebiyev, C., & Pancar, A. (2003). On Amply Supplemented Modules. *International Journal of Applied Mathematics*, 12(3), 213-220.
- Nebiyev, C., & Pancar, A. (2013). On Supplement Submodules. *Ukrainian Mathematical Journal*, 65(7), 1071-1078.
- Nebiyev, C., & Sökmez, N. (2022). Some Properties of r -Supplemented Modules. *Miskolc Mathematical Notes* (Accepted).
- Sökmez, N. (2023). Some Properties of Amply r -Supplemented Modules. *Miskolc Mathematical Notes* (Accepted).
- Sökmez, N., & Nebiyev, C. (2023). Cofinitely r -Supplemented Modules. Presented in '8th International Asian Congress on Contemporary Sciences', Aksaray-Türkiye.
- Wisbauer, R. (1991). *Foundations of Module and Ring Theory*. Gordon and Breach, Philadelphia.

**REGULARITY PROPERTIES OF NONLOCAL GINZBURG-LANDAU TYPE EQUATIONS
AND APPLICATIONS**

Veli B. Shakhmurov

Antalya Bilim University Department of Industrial Engineering, Dosemealti, 07190 Antalya, Turkey

Orcid No: 0000-0002-9211-769X

ABSTRACT

In this paper, a linear nonlocal abstract Ginzburg-Landau type equation is studied. The equation include variable coefficients with convolution terms and abstract linear operator A in a Fourier type Banach space E . Here, assuming enough smoothness on the initial data, growth conditions on the operator A , on the coefficient a the existence, uniqueness of solution and L^p -regularity properties are established. We can obtain, the existence, uniqueness of local solution, and regularity of different classes of nonlocal Ginzburg-Landau type equations by choosing the space E and operator A , which occur in a wide variety of physical systems

Consider the Cauchy problem for the linear nonlocal Ginzburg-Landau (G-L) type equation

$$u_t = (v + i\eta)a * \Delta u + A * u + f(x, t),$$

$$u(x, 0) = \phi(x), \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \in (0, T),$$

where v, η are real numbers, $f = f(x, t)$ is a data function, $a = a(x)$ is a complex valued function, $A = A(x)$ is a linear operator-function in a Banach space E , $u = u(x, t)$ is a E -valued unknown function, $T \in (0, \infty]$, and $\phi(x)$ is a given E -valued data function. Here, $u * v$ -denotes a convolution of u and v .

By applying Fourier transform, we get the representation of solution to problem (1.1). By using localization technique, embedding theorems in Sobolev and Besov spaces, L^p -Fourier multiplier results, the existence, uniqueness and uniform L^p -estimates for solutions are obtained, when the data function ϕ is taken from the interpolation spaces concerning the abstract Sobolev spaces and the operator A .

Key Word: Diffusion equations, Ginzburg-Landau equation, dissipative operators, Embedding in Sobolev and Besov spaces, L^p -regularity property of solutions, Fourier multipliers

MSC: 35B40, 35B41, 35Q35, 37Lxx, 82C26

ON AMPLY r -SUPPLEMENTED MODULES
BOL r -TÜMLENMİŞ MODÜLLER ÜZERİNE

Celil NEBİYEV

*Assos. Prof. Dr. Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Department of Mathematics and
Science Education, SAMSUN/TÜRKİYE*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7992-7225>

Hasan Hüseyin ÖKTEN

Assos. Prof. Dr. Amasya University, Technical Sciences Vocational School, AMASYA/TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7886-0815>

ABSTRACT

In this work, every ring has a unity and every module over a ring R is a unital left R -module. Let M be an R -module. The intersection of all maximal submodules of M is called the radical of M and denoted by $RadM$. The radical of M is the sum of all small submodules of M . Let M be an R -module and $U, V \leq M$. V is called a supplement (an r -supplement) of U in M if $M=U+V$ and $U \cap V \ll V$ ($U \cap V \ll_r V$). If every submodule of M has a supplement (an r -supplement) in M , then M is called a supplemented (an r -supplemented) module. Let M be an R -module and $U \leq M$. If for every $V \leq M$ such that $M=U+V$, U has a supplement (an r -supplement) V' with $V' \leq V$, we say U has ample supplements (ample r -supplements) in M . If every submodule of M has ample supplements (ample r -supplements) in M , then M is called an amply supplemented (amply r -supplemented) module. In this work, some new properties of amply r -supplemented modules are investigated. It is clear that every r -supplement submodule is a supplement submodule. Let M be an R -module and $U \leq M$. If U has ample r -supplements in M , then U has ample supplements in M . Let M be an R -module and $M=U+V$ with $U, V \leq M$. If U and V has ample r -supplements in M , then $U \cap V$ has ample supplements in M .

Keywords: Radical, r -Small Submodules, r -Supplemented Modules, Amply Supplemented Modules.

ÖZET

Bu çalışmada her halka birimlidir ve bir R halkası üzerindeki her modül bir üniter sol R -modüldür. M bir R -modül olsun. M modülünün bütün maksimal alt modüllerinin kesişimine M modülünün radikali denir ve $RadM$ ile ifade edilir. Eğer M modülünün hiçbir maksimal alt modülü yoksa bu durumda M modülünün radikali $RadM=M$ olarak tanımlanır. M modülünün radikali M modülünün tüm küçük alt modüllerinin toplamıdır. M bir R -modül ve $U, V \leq M$ olsun. Eğer $M=U+V$ ve $U \cap V \ll V$ ($U \cap V \ll_r V$) ise V 'ye U 'nun M içinde bir tümleyeni (r -tümleyeni) denir. Eğer M modülünün her alt modülü M içinde bir tümleyene (r -tümleyene) sahipse M modülüne bir tümlenmiş (r -tümlenmiş) modül denir. M bir R -modül ve $U \leq M$ olsun. Eğer $M=U+V$ olan her $V \leq M$ için U modülü M içinde $V' \leq V$ olan bir V' tümleyenine (r -tümleyenine) sahipse U modülü M içinde bol tümleyene (bol r -tümleyene) sahiptir denir. Eğer M modülünün her alt modülü M içinde bol tümleyene (bol r -tümleyene) sahipse M modülüne bir bol tümlenmiş (bol r -tümlenmiş) modül denir. Bu çalışmada bol r -tümlenmiş modüllerle ilgili bazı yeni özellikleri incelendi. M bir R -modül ve $U \leq M$ olsun. Eğer U modülü M içinde bol r -tümleyene sahipse bu durumda U modülü M içinde bol tümleyene sahiptir. M bir R -modül ve $U, V \leq M$ olmak üzere $M=U+V$ olsun. Eğer U ve V , M içinde bol r -tümleyene sahipse $U \cap V$, M içinde bol tümleyene sahiptir.

Anahtar kelimeler: Radikal, r -Küçük Alt Modüller, r -Tümlenmiş Modüller, Bol Tümlenmiş Modüller.

1. INTRODUCTION

Throughout this paper all rings will be associative with identity and all modules will be unital left modules. Let R be a ring and M be an R -module. It is denoted a submodule N of M by $N \leq M$. Let M be an R -module and $N \leq M$. If $L = M$ for each submodule L of M such that $M = N + L$, then N is called a *small* (or *superfluous*) submodule of M and denoted by $N \ll M$. Let M be an R -module. M is said to be *hollow* if every proper submodule of M is superfluous in M . M is called a *local* module if M has the largest submodule, i.e. a proper submodule which contains all other proper submodules. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and V is minimal with respect to this property, or equivalently, $M = U + V$ and $U \cap V \ll V$, then V is called a *supplement* of U in M . M is said to be *supplemented* if every submodule of M has a supplement in M . Let M be an R -module and $U \leq M$. If for every $V \leq M$ such that $M = U + V$, U has a supplement V' with $V' \leq V$, it is said U has *ample supplements* in M . M is said to be *amply supplemented* if every submodule of M has ample supplements in M . The intersection of all maximal submodules of an R -module M is called the radical of M and denoted by $Rad M$. If M have no maximal submodules, then the radical of M is defined by $Rad M = M$. Let M be an R -module and $K \leq M$. If $K \ll Rad M$, then K is called an *r-small* submodule of M and denoted by $K \ll_r M$. Let M be an R -module and $U, V \leq M$. If $M = U + V$ and $U \cap V \ll_r V$, then V is called an *r-supplement* of U in M . M is said to be *r-supplemented* if every submodule of M has an r-supplement in M . Let M be an R -module. It is defined the relation ' β^* ' on the set of submodules of an R -module M by $X \beta^* Y$ if and only if $Y + K = M$ for every $K \leq M$ such that $X + K = M$ and $X + T = M$ for every $T \leq M$ such that $Y + T = M$. Let M be an R -module and $K \leq V \leq M$. We say V lies above K in M if $V/K \ll_r M/K$. Let M be an R -module. M is called a π -*projective* module if for every $U, V \leq M$ with $M = U + V$, there exists an R -module homomorphism $f: M \rightarrow M$ such that $f(M) \leq U$ and $(1-f)(M) \leq V$.

More informations about (amply) supplemented modules are in (Anderson and Fuller, 1974), (Clark et al., 2006), (Nebiyev and Pancar, 2003), (Nebiyev and Pancar, 2013), (Nebiyev and Sökmez, 2010) and (Wisbauer, 1991). The definition of r-small submodules and some properties of them are in (Nebiyev and Ökten, 2022) and (Nebiyev and Sökmez, 2022). The definition of r-supplemented modules and some properties of them are in (Nebiyev and Sökmez, 2022). The definition of β^* relation and some properties of this relation are in (Birkenmeier et al., 2010).

Lemma 1.1. Let M be an R -module. Then the followings hold.

- (i) If M is amply supplemented, then M is supplemented.
- (ii) If M is supplemented and π -projective, then M is amply supplemented.
- (iii) If M is projective and supplemented, then M is amply supplemented.
- (iv) Let $M = U + V$ with $U, V \leq M$. If U and V have ample supplements in M , then $U \cap V$ has ample supplements in M .
- (v) If M is amply supplemented, then every factor module of M is amply supplemented.
- (vi) If M is amply supplemented, then every homomorphic image of M is amply supplemented.
- (vii) If M is amply supplemented, then every supplement submodule in M is amply supplemented.
- (viii) M is amply supplemented if and only if every $U \leq M$ is of the form $U = X + Y$ with X supplemented and $Y \ll M$.
- (ix) M is amply supplemented if and only if every submodule of M lies above a supplement submodule in M .

Proof. See (Wisbauer, 1991) and (Nebiyev and Sökmez, 2010).

2. AMPLY r-SUPPLEMENTED MODULES

Definition 2.1. Let M be an R -module and $U \leq M$. If for every $V \leq M$ such that $M = U + V$, U has an r-supplement V' with $V' \leq V$, we say U has *ample r-supplements* in M . If every submodule of M has ample r-supplements in M , then M is called an *amply r-supplemented* module.

Proposition 2.2. Every amply r-supplemented module is amply supplemented.

Proof. Let M be an amply r -supplemented module and U be a submodule of M . Let $M=U+V$ with $V\leq M$. Since M is amply r -supplemented, U has an r -supplement X in M with $X\leq V$. Clearly we can see that X is a supplement of U in M . Moreover, $X\leq V$. Hence U has ample supplements in M and M is amply supplemented.

Since every amply r -supplemented module is amply supplemented, amply r -supplemented modules are more special than amply supplemented modules.

Proposition 2.3. Let M be an R -module and $M=U+V$ with $U, V\leq M$. If U and V have ample r -supplements in M , then $U\cap V$ has ample supplements in M .

Proof. Since U and V have ample r -supplements in M , then we can see that they have ample supplements in M . Then by Lemma 1.1, $U\cap V$ has ample supplements in M .

Proposition 2.4. Let M be an amply r -supplemented module. Then every homomorphic image of M is amply supplemented.

Proof. Since M is amply r -supplemented, by Proposition 2.2, M is amply supplemented. Then by Lemma 1.1, every homomorphic image of M is amply supplemented.

Proposition 2.5. Let M be an amply r -supplemented module. Then every factor module of M is amply supplemented.

Proof. Since M is amply r -supplemented, by Proposition 2.2, M is amply supplemented. Then by Lemma 1.1, every factor module of M is amply supplemented.

Proposition 2.6. Let M be an amply r -supplemented module. Then every supplement submodule in M is amply supplemented.

Proof. Since M is amply r -supplemented, by Proposition 2.2, M is amply supplemented. Then by Lemma 1.1, every supplement submodule in M is amply supplemented.

Corollary 2.7. Let M be an amply r -supplemented module. Then every r -supplement submodule in M is amply supplemented.

Proof. Clear from Proposition 2.6, since every r -supplement submodule in M is a supplement submodule in M .

Proposition 2.8. Let M be an amply r -supplemented module. Then every direct summand of M is amply supplemented.

Proof. Since M is amply r -supplemented, by Proposition 2.2, M is amply supplemented. Then by Lemma 1.1, every direct summand of M is amply supplemented.

Proposition 2.9. Let M be a π -projective and r -supplemented module. Then M is amply supplemented.

Proof. Since M is r -supplemented, we can see that M is supplemented. Since M is supplemented and π -projective, by Lemma 1.1, M is amply supplemented, as desired.

Corollary 2.10. Let M be a projective and r -supplemented module. Then M is amply supplemented.

Proof. Clear from Proposition 2.9, since every projective module is π -projective.

CONCLUSION

Amply r -supplemented modules are new concepts and the special parts of amply supplemented modules in module theory.

KAYNAKLAR

Anderson, F.W., & Fuller, K.R. (1974). Rings and Categories of Modules. Springer-Verlag, New York.

Clark, J., Lomp, C., Vanaja, N., & Wisbauer, R. (2006). Lifting Modules Supplements and Projectivity In Module Theory. Frontiers in Mathematics, Birkhauser, Basel.

- Birkenmeier, G., Mutlu, F. T., Nebiyev, C., Sokmez, N., & Tercan, A. (2010). Goldie*-Supplemented Modules. *Glasgow Mathematical Journal*, 52A, 41--52.
- Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2022). Some Properties of r -Small Submodules. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 15(3), 996-1001.
- Nebiyev, C., & Pancar, A. (2003). On Amply Supplemented Modules. *International Journal of Applied Mathematics*, 12(3), 213-220.
- Nebiyev, C., & Pancar, A. (2013). On Supplement Submodules. *Ukrainian Mathematical Journal*, 65(7), 1071-1078.
- Nebiyev, C., & Sökmez, N. (2010). Modules Which Lie Above a Supplement Submodule. *International Journal of Computational Cognition*, 8(2), 17-18.
- Nebiyev, C., & Sökmez, N. (2022). Some Properties of r -Supplemented Modules. *Miskolc Mathematical Notes* (Accepted).
- Sökmez, N. (2023). Some Properties of Amply r -Supplemented Modules. *Miskolc Mathematical Notes* (Accepted).
- Wisbauer, R. (1991). *Foundations of Module and Ring Theory*. Gordon and Breach, Philadelphia.

PHASE-SPACE ANALYSIS OF TUMOR GROWTH WITH AN IMMUNE RESPONSES

Aida Sahmurova

Antalya Bilim University Faculty of Health Sciences Dosemealti 07190 /Antalya/ Turkey

ORCID ID:0000-0003-2212-3055

Veli Shakhmurov

Antalya Bilim University Department of Industrial Engineering Dosemealti

07190 /Antalya/Turkey

ORCID ID: 0000-0002-9211-769X

Abstract

We present a phase-space analysis of a mathematical model of tumor growth with an immune responses. We consider mathematical analysis of the model equations with multipoint initial condition regarding to dissipativity, boundedness of solutions, invariance of non-negativity, local and global stability and the basins of attractions. We derive some features of behavior of the three-dimensional tumor growth models with dynamics described in terms of densities of three cells populations: tumor cells, healthy host cells and effector immune cells. We found sufficient conditions, under which trajectories from the positive domain of feasible multipoint initial conditions tend to one of equilibrium points. Here, cases of the small tumor mass equilibria-the healthy equilibrium point, the "death" equilibria have been examined. Biological implications of our results are discussed.

Beginning with this article we intend to investigate the problems of mathematical and biological approaches to model the cancer growth dynamics processes and operations. It is important to take into account "the nonlinear property of cancer growth processes" in construction of mathematical logistic models. The nonlinearity approach appears very convenient to display unexpected dynamics in cancer growth processes expressed in different reactions of the dynamics to different concentrations of immune cells at different stages of cancer growth developments. Taking into account all the complex processes, nonlinear mathematical models can be estimated capable of compensation and minimization the inconsistencies between different mathematical models related to cancer growth-anticancer factor affections. Of course, the development of powerful cancer immunotherapies requires an understanding of the mechanisms governing the dynamics of tumor growth.

Keywords: Cancer tumor model, Immune system, Mathematical modeling, Stability of dynamical systems, Equilibrium point, Multiphase attractors

BÜYÜK VERİ ANALİTİĞİ İLE MÜŞTERİ DAVRANIŞ ANALİZİ
CUSTOMER BEHAVIOR ANALYSIS WITH BIG DATA ANALYTICS

Öğr.Gör.Muhammed KARA

OMÜ, Eğitim Fakültesi, B.Ö.T.E. Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5902-9065>

Prof.Dr.Yüksel TERZİ

OMÜ, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4966-8450>

Prof.Dr. Mehmet Ali CENGİZ

OMÜ, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1271-2588>

ÖZET

Büyük Veri kavramı, geleneksel veritabanı yönetim sistemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda ortaya çıkan bir sorun olarak tanımlanabilir. Bu çalışma, çeşitli kaynaklardan gelen verilerin saklanması, analizi ve yönetilmesi süreçlerinde Büyük Veri'nin önemine odaklanmaktadır. Özellikle, e-postalar, sosyal medya etkileşimleri, fotoğraf, ses, video ve log dosyaları gibi farklı kaynaklardan gelen verilerin anlamlı ve işlenebilir hâle getirilmesi üzerinde durulmuştur.

Araştırmanın odak noktası, büyük verilerin istatistiksel açıdan analiz edilmesi ve bu analizin metodolojileridir. Ayrıca, bu analiz metodolojilerinin bir uygulaması olarak müşteri terk modellemesi yapılmış ve elde edilen sonuçların istatistiksel olarak anlamlılığı belirtilmiştir.

Araştırmanın yöntemi karma bir yaklaşıma dayanmaktadır ve literatür taraması, içerik analizi ve nitel araştırma adımlarını içermektedir. Literatür taraması ve benzer çalışmaların incelenmesi, yapılan analizlerin ve uygulamaların temelini oluşturmuştur.

Ayrıca, çalışmada kullanılan Churn veri seti tanıtılmıştır. Bu veri seti, müşteri terk modellemesi için kullanılan 7 değişken ve 899 kayıttan oluşmaktadır. Veri setinde yer alan değişkenlerin (isim, yaş, toplam satın alma, hesap yöneticisi, müşteri yaşı, alınan ürün sayısı ve terk durumu) işlevleri belirtilmiştir.

Son olarak, müşteri terk modellemesi için Spark platformunda Büyük Veri analitiği yapılmıştır. Python programlama dili kullanılarak Spark Mlib kütüphanelerinde bulunan makine öğrenmesi algoritmaları uygulanmış ve müşterilerin bizi terk etme durumları modellemeye çalışılmıştır. Bu çalışma, Büyük Veri analitiği ve müşteri terk modellemesi alanında yapılan araştırmalara yeni bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Büyük Veri, Veri Analitiği, Müşteri Terk Modellemesi, Spark, Makine Öğrenmesi.

ABSTRACT

The concept of Big Data can be defined as a problem that arises when traditional database management systems fall short. This study focuses on the importance of Big Data in the processes of storing, analyzing, and managing data from various sources. In particular, emphasis is placed on making data from different sources such as emails, social media interactions, photos, audio, video, and log files meaningful and actionable.

The focal point of the research is the statistical analysis of big data and its methodologies. Additionally, customer churn modeling is conducted as an application of these analysis methodologies, and the statistical significance of the obtained results is indicated.

The research method is based on a mixed approach, incorporating literature review, content analysis, and qualitative research steps. The review of literature and examination of similar studies have formed the basis of the analyses and applications conducted.

Furthermore, the Churn dataset used in the study is introduced. This dataset consists of 7 variables and 899 records used for customer churn modeling. The functions of the variables in the dataset (name, age, total purchases, account manager, customer age, number of products purchased, and churn status) are specified.

Finally, Big Data analytics for customer churn modeling is performed on the Spark platform. Machine learning algorithms from the Spark Mlib libraries are implemented using the Python programming language, attempting to model customer churn situations.

This study aims to offer a new perspective on research conducted in the field of Big Data analytics and customer churn modeling.

Keywords: Big Data, Data Analytics, Customer Churn Modeling, Spark, Machine Learning.

GİRİŞ

Büyük verinin sınıflandırılmasında ve kümelenmesinde kullanılan spark platformunun avantajlı yönleri son yıllarda yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir. Bu çalışmalarda müşteri terk modelleri için makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılması büyük fırsatlar sunmaktadır.

"Predicting Customer Churn in the Telecommunication Industry Using Machine Learning Techniques" adlı çalışmada, büyük veri analitiği ve makine öğrenimi teknikleri kullanılarak telekomünikasyon endüstrisinde müşteri terkini öngörme üzerine odaklanılmıştır. Çalışma, müşteri terkini etkileyen faktörleri tanımlamak ve bu faktörleri kullanarak terk eden müşterileri belirlemek için çeşitli makine öğrenimi algoritmalarını değerlendirir. (John et al., 2018)

"Customer Churn Prediction in Banking Industry Using Big Data Analytics" adlı makalede, bankacılık endüstrisinde büyük veri analitiği kullanılarak müşteri terkini öngörme üzerine odaklanılmıştır. Yazarlar, müşteri terkini etkileyen faktörleri belirlemek için çeşitli büyük veri tekniklerini kullanır ve bu bilgileri kullanarak müşteri terkini tahmin etmek için makine öğrenimi modelleri geliştirir. (Smith ve Johnson, 2019)

"Predicting Customer Churn in E-commerce Industry Using Data Mining Techniques" adlı çalışma, e-ticaret endüstrisinde müşteri terkini öngörme üzerine odaklanır ve veri madenciliği tekniklerini kullanarak müşteri terkini etkileyen faktörleri ve davranışları tanımlar. Çalışma, müşteri terkini azaltmak için öneriler sunar ve doğru tahminler elde etmek için farklı veri madenciliği algoritmalarının karşılaştırılmasını içerir(Lee ve Kim, 2020).

"Predicting Customer Churn in the Insurance Industry Using Big Data Analytics" adlı çalışmada, sigorta endüstrisinde müşteri terkini öngörme üzerine odaklanılmıştır. Yazarlar, büyük veri analitiği tekniklerini kullanarak müşteri terkini etkileyen faktörleri belirler ve makine öğrenimi modelleri kullanarak müşteri terkini tahmin etme yeteneğini değerlendirir (Brown ve White, 2021).

Bu örnekler, büyük veri ve makine öğrenimi tekniklerinin kullanıldığı farklı endüstrilerde müşteri terkini öngörme konusunda yapılan literatür çalışmalarını temsil etmektedir. Bu çalışmalar, işletmelerin müşteri terkini azaltmak ve müşteri sadakatini artırmak için veri odaklı stratejiler geliştirmesine yardımcı olabilir.

YÖNTEM

Evren ve Örneklem

Churn.csv veri tabanı kullanılmıştır. Veritabanı 7 değişken(alan), 900 kayıttan oluşmaktadır. Veritabanındaki alanlar ve işlevleri aşağıda belirtilmiştir;

Name: İsim ve soy isim bilgisini içermektedir.

Age: Yaş bilgisi.

Total Purchase: Toplam satın alma.

Account_Manager:Yönetici hesabı olup olmama durumu(1 ve 0).

Years:Müşterilerin kaç yıllık olduğu bilgisi.

Num_sites:Alınan ürün.

Churn: Terk edip etmeme durumu. Bağımlı değişken.

Müşterilerimizin bizi terk edip terk etmeme durumlarını modellemek amaçlanmaktadır.

Bağımlı Değişken

Churn değişkeni bağımlı değişkendir. Müşteri kayıp olma durumuna göre “1” ya da “0” değerini almıştır. 900 kayıttan 150 tanesinin müşteri kayıp(churn) değeri “1”, 750 kayıttın “0” dır.

Bağımsız Değişkenler

Name: İsim ve soy isim bilgisini içermektedir. Age: Yaş bilgisini içermektedir. Total Purchase: Toplam satın alma bilgisini içermektedir. Account_Manager:Yönetici hesabı olup olmama durumunu(1 ve 0) göstermektedir. Years:Müşterilerin kaç yıllık olduğu bilgisini içermektedir. Num_sites:Alınan ürün sayısını gösteren değişkendir.

Verilerin Analizi

GBM ile Müşteri Terk Modellemesi, Lojistik Regresyon, Karar Ağacı Sınıflandırma Algoritması ve Rastgele Orman Sınıflandırma algoritması kullanılmıştır.

BULGULAR

Aşağıdaki ekran görüntüsü sparksession oluşturan ve churn.csv dosyasını spark ortamına taşıyan kodları içermektedir.

```
import pyspark
from pyspark.sql import SparkSession
from pyspark.conf import SparkConf
from pyspark import SparkContext

spark = SparkSession.builder \
    .master("local") \
    .appName("churn_modellemesi") \
    .config("spark.executor.memory", "16gb") \
    .getOrCreate()

sc = spark.sparkContext
sc

SparkContext

Spark UI
Version
v3.2.1
Master
local
AppName
churn_modellemesi

spark_df = spark.read.csv("churn.csv",
    header = True,
    inferSchema = True,
    sep = ",")

spark_df.cache()

DataFrame[_c0: int, Names: string, Age: double, Total_Purchase: double, Account_Manager: int, Years: double, Num_Sites: double, Churn: int]
```

Şekil 1 Spark Session

GBM ile Müşteri Terk Modellemesi uygulandığında aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yüzde 87 düzeyinde olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

```
In [52]: from pyspark.ml.classification import GBClassifier
In [53]: gbm = GBClassifier(maxIter = 10, featuresCol = "features", labelCol = "label")
In [54]: gbm_model = gbm.fit(train_df)
In [55]: y_pred = gbm_model.transform(test_df)
In [56]: y_pred
Out[56]: DataFrame[features: vector, label: int, rawPrediction: vector, probability: vector, prediction: double]
In [57]: ac = y_pred.select("label", "prediction")
In [58]: ac.filter(ac.label == ac.prediction).count() / ac.count()
Out[58]: 0.8683274021352313
```

Şekil 2 GBM

Lojistik regresyon uygulandığında aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi GBM algoritmasına yakın bir değer olan yüzde 86 çıkmaktadır.

```
In [78]: from pyspark.ml.classification import LogisticRegression
         loj = LogisticRegression(featuresCol = "features", labelCol = 'label', maxIter=10)
         loj_model = loj.fit(train_df)
         y_pred = loj_model.transform(test_df)
         ac = y_pred.select("label", "prediction")
         ac.filter(ac.label == ac.prediction).count() / ac.count()
Out[78]: 0.8612099644128114
```

Şekil 3 Lojistik Regresyon

Karar Ağacı Sınıflandırma Algoritması da aşağıdaki şekilde yer aldığı gibi yüzde 88 ile yakın bir sonuç değeri üretmiştir.

```
In [79]: from pyspark.ml.classification import DecisionTreeClassifier
         dt = DecisionTreeClassifier(featuresCol = 'features', labelCol = 'label', maxDepth = 3)
         dt_model = dt.fit(train_df)
         y_pred = dt_model.transform(test_df)
         ac = y_pred.select("label", "prediction")
         ac.filter(ac.label == ac.prediction).count() / ac.count()
Out[79]: 0.8790035587188612
```

Şekil 4 Karar Ağacı

Rastgele Orman Sınıflandırma Algoritmasının yüzde 86'lık bir değer ürettiği aşağıda görülmektedir.

```
In [80]: from pyspark.ml.classification import RandomForestClassifier
         rf = RandomForestClassifier(featuresCol = 'features', labelCol = 'label')
         rf_model = rf.fit(train_df)
         y_pred = rf_model.transform(test_df)
         ac = y_pred.select("label", "prediction")
         ac.filter(ac.label == ac.prediction).count() / ac.count()
Out[80]: 0.8647686832740213
```

Şekil 5 Rastgele Orman

Algoritmaların yeni müşteriler girdiğimizde müşteri kayıp(churn) verisinin hangi değerleri aldığı aşağıda gösterilmiştir.

names	age	total_purchase	account_manager	years	num_sites	Prediction (churn)
aaa	38	30000	1	20	30	1
bbb	43	10000	0	10	8	0
ccc	34	6000	0	3	8	0
ddd	50	30000	1	8	6	0
eee	40	100000	1	30	50	1

Tablo 1 Algoritmaların ortak sonucu

TARTIŞMA VE SONUÇ

Churn veri seti büyük veri analitiği yapılan bir platform olan Spark'ta işlenmiştir. Spark ile python programa dili kullanılmıştır. Spark Mlib kütüphanelerindeki hazır makine öğrenmesi kodları uygulamalara uyarlanmıştır. Aşağıdaki sonuçlar yeni müşterilerin firmayı terk edip etmeme tahminini yapan algoritmaların sonuçlarıdır.

Algoritma	Başarı oranı
Karar Ağacı	0,879
GBM	0,8683
Rastgele Orman	0,8647
Lojistik Regresyon	0,8612

Tablo 2 Algoritmalar

Algoritma başarılarının birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] A. John et al., "Predicting Customer Churn in the Telecommunication Industry Using Machine Learning Techniques," 2018.
- [2] B. Smith and C. Johnson, "Customer Churn Prediction in Banking Industry Using Big Data Analytics," 2019.
- [3] D. Lee and E. Kim, "Predicting Customer Churn in E-commerce Industry Using Data Mining Techniques," 2020.
- [4] L. Brown and M. White, "Predicting Customer Churn in the Insurance Industry Using Big Data Analytics," 2021.
- [5] Google Bigquery, "Developers Google BigQuery," 2012.
- [6] U. Aftab and S. Ghani, "Big Data Augmentation With Data Warehouse: A Survey," IEEE, 2018.
- [7] G. Carvalho, *The Internet Of Things and Big Data: Future Trends*, Coimbra: ISEC –Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2017.
- [8] P. Chen, "Big Data Analytics In Static And Streaming Provenance," Indiana University, 2016.
- [9] S. Çelik, *Büyük veri ve istatistikteki uygulamaları*, Uludağ Üniversitesi, 2018.
- [10] Y. Hui Liu and Y. Xu, "Big Data Forecasting Model Of Indoor Positions For Mobile Robot Navigation Based On Apache Spark Platform," in 2019 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics*.
- [11] S. Khalifa, "Achieving Consumable Big Data Analytics By Distributing Data Mining Algorithms," Queen's University Kingston, 2017.
- [12] F. Khan, "Online Nonlinear Modeling for Big Data Applications," İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, 2017.

- [13] P. L. Li, "Heterogeneous Architecture For Big Data Analytics," University Of Massachusetts Lowell, 2016.
- [14] J. Manyika and M. Chui, "Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity," *McKinsey Global Institute*, 2011.
- [15] "Apache Spark," Mlib, May 22, 2022. [Online]. Available: <https://spark.apache.org/mllib/>
- [16] E. S. Paulsen, "Big Data Analytics: Methods And Applications," University Of Wisconsin, 2018.
- [17] S. Sengupta, "Statistical Analysis Of Networks With Community Structure And Bootstrap Methods For Big Data," University Of Illinois At Urbana, 2016.
- [18] S. A. Shah, "A Framework Specific To Resilient Smart Cities: Utilization Of Big Data Analytics," İstanbul Teknik Üniversitesi, 2019.
- [19] L. Wang and W. Gong, "Big Data and Visualization: Methods, Challenges and Technology Progress," *Digital Technologies*, vol. 1, pp. 33-38, 2015.
- [20] "Gradient Boosting," Wikipedia, December 16, 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_boosting
- [21] Y. Zeng, "Scalable Sparse Machine Learning Methods For Big Data," The University Of Iowa, 2017.
- [22] T. Zhao, "Statistical Inference For Big Data," Princeton University, 2017.

ZAMAN TANIM ALANINDA YAPI- ZEMİN DİNAMİK ETKİLEŞİM ANALİZİ
ANALYSIS OF THE TIME-DOMAIN STRUCTURE-SOIL DYNAMIC INTERACTION

Soner GENCER

*Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
İstanbul, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9225-9945>

Gülçin TEKİN

*Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul,
Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0207-4305>

ÖZET

Yapı-zemin dinamik etkileşim analizi, yapı, temel ve temeli çevreleyen zemin olarak gruplandırılan ve birbiriyle bağlantılı üç sistemin arasındaki etkileşimi ve bu sistemlerin belirli bir yer hareketine toplu tepkisini değerlendirir. Literatürde Yapı-Temel-Zemin Etkileşim (SFSI) analizi üzerine yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda yapı-zemin etkileşimi problemi genel anlamda alt sistem ve doğrudan çözüm yöntemleri olarak iki yöntemle incelenmiştir. Doğrudan analizde zemin ve yapı bütün bir sistem olarak analiz edilir. Alt sistem yaklaşımında (çok adımlı yaklaşım), zemin ve yapının ayrı ayrı (alt) sistemlerden meydana geldiği kabul edilerek zemine ait özelliklerin (rijitlik ve sönüm gibi) üst yapının davranışına olan etkileri göz önüne alınır. Yaklaşımın temeli, gerçek durumda temelin altındaki zeminden dolayı temeli tam bağlı olan bir yapıdan farklı olarak meydana gelen ek serbestlikler ve zeminin kütle, sönüm ve rijitlik etkilerinin çeşitli mekanik elemanlar kullanarak sisteme dâhil edilmesidir. Yapı-zemin etkileşim probleminin hareket denklemi frekans tanım alanında ya da zaman tanım alanında çözülebilmektedir. Zaman tanım alanında çözüm yapmak işlem yükü açısından zor olsa da sistemin davranışını gerçeğe yakın bir şekilde verebilmektedir. Bu çalışmada rijit bir temel bloğu üzerinde oturan tek serbestlik dereceli bir üst yapının zemin ile etkileşim problemi, sismik etkiler altında zaman tanım alanında incelenmiştir. SFSI analizi için yatay ötelenme serbestliğine ek olarak dönme serbestliğini de içeren koni modeli kullanılmıştır. Analiz sırasında zeminde malzeme sönümünün olmadığı ve mekanik özelliklerinde bir değişimin gerçekleşmediği varsayılmıştır. Probleme ait hareket denklemleri doğrudan zaman tanım alanında elde edilmiş, analiz için merkezi sonlu farklar sayısal çözüm yöntemi kullanılmıştır. Çeşitli parametrelerin tepki spektrumları üzerindeki etkisi farklı zemin koşulları için tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik zemin-yapı etkileşimi, Koni modeli, Deprem davranışı, Tepki spektrumu.

ABSTRACT

Structure-soil dynamic interaction analysis assesses how three interrelated systems the foundation, the surrounding soil, and the structure itself, interact as well as how these systems react mutually to a particular ground motion. Structure, Foundation and Soil Interaction (SFSI) has been the subject of numerous studies in the literature. Two methods are typically used in these studies to examine the structure-soil interaction problem: subsystem and direct solution methods. Soil and structure are examined as a whole system in direct analysis. The subsystem approach, also known as the multi-step approach, considers the effects of soil properties, such as damping and stiffness, on the behavior of the superstructure. It is assumed that the soil and the structure are separate (sub) systems. The principle of the approach is to incorporate, through the use of different mechanical elements, the mass, damping, and stiffness effects of the ground, as well as the additional freedoms resulting from the ground under the foundation, in contrast to a structure whose foundation is fully connected. It is possible to solve the

structure-soil interaction problem's equation of motion in the frequency domain or the time domain. Even though time domain solving presents challenges in terms of computational workloads, it can yield a realistic representation of the system's behavior. This work investigates the interaction problem in the time domain under seismic effects between a single-degree-of-freedom superstructure resting on a rigid foundation block and the ground. The cone model, which incorporates both rotational and horizontal translational freedom, is employed for SFSI analysis. It is assumed throughout the analysis that there is no material damping of the soil and that the soil's mechanical properties remain unchanged. The central finite difference (FD) numerical solution method is utilized for analysis, and the problem's equations of motion are directly obtained in the time domain. The effect of different parameters on the response spectra is discussed for various ground conditions.

Keywords: Dynamic soil-structure interaction, Cone model, Earthquake behavior, Response spectrum.

**HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLERDEN YUMURTALIK KANSERİ SINIFLANDIRMASI
İÇİN VGG-19 TABANLI ÇOKLU SINIF MODELİ**
**VGG-19 BASED MULTICLASS MODEL FOR OVARIAN CANCER CLASSIFICATION
FROM HISTOPATHOLOGIC IMAGES**

Hazal PARLAK

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Bilgisayar Mühendisliği ABD, Merkez, Bilecik.

Dr. Öğr. Üyesi Burakhan ÇUBUKÇU

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Merkez, Bilecik.

ÖZET

Bu çalışma da kadınlarda oldukça yaygın görülen yumurtalık kanserini histopatolojik görüntüler üzerinden beş alt türünü tahmin etmek ve sınıflandırmak için VGG-19 modeli önerilmektedir. Yumurtalık kanseri jinekolojik kanser türleri arasında en sık görülen, en agresif ve sağkalım oranı oldukça düşük olan kanser türlerinden biridir. Teşhis süreci genellikle zaman alıcı ve maliyetlidir. Bu sebeple yumurtalık kanserinin erken teşhisi ve alt türlerinin sınıflandırılması tedavi için oldukça önemlidir. Bu çalışmada histopatolojik görüntülerinin otomatik sınıflandırması ve patolojlara ikinci bir görüş sağlaması amacıyla derin öğrenme tabanlı transfer öğrenme yöntemi olan VGG-19 önerilmektedir. Yapılan çalışmada VGG-19 ön-egitimli ağı kullanılarak görüntüler eğitilmiş ve test edilmiştir. Test veri seti için elde edilen sonuçlara göre doğruluk oranı %85, hassasiyet %87 ve duyarlılık %85 olarak belirlenmiştir. Eğitim veri seti için ise doğruluk %87, hassasiyet %88 ve duyarlılık %87 olarak belirlenmiştir. Başarım grafikleri ve karmaşıklık matrisi kullanılarak, modelin eğitim süreci ve performansı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde görüntü sınıflandırmada konusunda başarılı sonuçlar elde eden modelin, patolojlara güçlü bir destek sunma potansiyeli olduğu görülmüştür. Bu noktada, elde edilen sonuçların iyileştirilmesi için veri kümesinin çeşitliliğinin artırılması ve daha fazla örnek eklenmesi modelin genelleme yeteneğini geliştirebileceği düşünülmektedir. Ayrıca modeli farklı veri kümeleri veya kanser türleri üzerinde de genelleme yeteneğini değerlendirmesi gerekmektedir. Bu sayede modelin farklı klinik senaryolarda kullanılabilirliği sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Yumurtalık Kanseri, Transfer öğrenme, Sınıflandırma, Histopatolojik görüntü, VGG-19

ABSTRACT

In this study, transfer learning techniques are used to predict and classify five subtypes of ovarian cancer, which is very common in women, based on histopathological images. Ovarian cancer is one of the most common, aggressive and low survival rates among gynaecological cancers. The diagnostic process is usually time-consuming and costly. Therefore, early diagnosis of ovarian cancer and classification of its subtypes are very important for treatment. In this study, VGG-19, a deep learning-based transfer learning method, is proposed for automatic classification of histopathology images and to provide a second opinion to pathologists. In this study, images were trained and tested using VGG-19 pre-trained network. According to the results obtained for the test data set, the accuracy rate was 85%, precision 87% and sensitivity 85%. For the training data set, the accuracy was 87%, precision was 88% and sensitivity was 87%. Using the performance graphs and complexity matrix, the training process and performance of the model were analysed in detail. When the results are analysed, it is seen that the model, which has achieved successful results in image classification, has the potential to provide strong support to pathologists. At this point, it is thought that increasing the diversity of the

dataset and adding more samples to improve the results obtained can improve the generalisation ability of the model. It is also necessary to evaluate the generalisation ability of the model on different datasets or cancer types. In this way, the usability of the model in different clinical scenarios can be ensured.

Keywords: Ovarian Cancer, Transfer learning, Classification, Histopathological image, VGG-19

GİRİŞ

Yumurtalık kanseri, dünya genelinde kadınlarda oldukça sık rastlanan sekizinci tür maligniteye örnek gösterilmektedir (Sung vd., 2021). Yetersiz tarama ve menopozun neden olduğu semptomlara benzeyen spesifik olmayan bulgular, kanserin tespit ve teşhis edilmesini oldukça zor kılmaktadır (Menon vd., 2021).

Ultrason görüntülerinden yumurtalık kanserinin teşhisi için KHO-CNN algoritmasının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ultrason görüntülerindeki istenmeyen etkiler ve gürültülerin ortadan kaldırılması amacıyla Birleşik Dönüşüm ve Yerel İkili Desen yöntemiyle özellik çıkarma uygulanmıştır. Uygulanan bu yöntemler %99.18'lik yüksek bir sınıflandırma doğruluğu sunmuştur (Kongara vd., 2024).

Büyük ölçekli doku histopatoloji görüntülerinde segmentasyon, görselleştirme ve sınıflandırma amacıyla derin evrişimli sinir ağı (CNN) aktivasyon özelliklerinin kullanılması önerilmektedir. Çalışmada son gizli katmandaki bireysel nöronların görselleştirilmesi CNN özelliklerini daha iyi anlamak için kullanılmıştır. Yapılan deneylerin sonucuna göre histopatoloji görüntülerinin otomatik analizi için oldukça verimli ve etkili görülmektedir (Xu vd., 2017).

Beyin tümörünün sınıflandırılması amacıyla MRI görüntüleri kullanılarak bir derin öğrenme modeli geliştirilmiştir. Residual Network (ResNet) kullanılarak ve çeşitli veri artırma teknikleri ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. 3064 MRI görüntüsü ile test edilmiş görüntü düzeyinde %99 hasta düzeyinde ise %97 doğruluk göstermiştir (Abdelaziz Ismael vd., 2020).

BreakHis veri seti kullanılarak Inception-V3Net, ShuffleNet ve Resnet 18 gibi derin sinir ağları kullanılarak meme kanseri görüntülerinin benign ve malign olarak ikili sınıflandırılması aynı zamanda çok sınıflı sınıflandırma yapılarak kanserli hücrelerin etkili bir şekilde edilip sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir (Aljuaid vd., 2022).

Meme kanseri patolojik görüntüleri için önerilen AlexNet-BC modelinde aşırı uyum problemini hafifletmek amacıyla yeni bir düşük entropi çıkış cezası önerilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntemin mevcut yöntemlerden daha iyi sonuçlar elde ettiği gözlemlenmiştir (Tang vd., 2022).

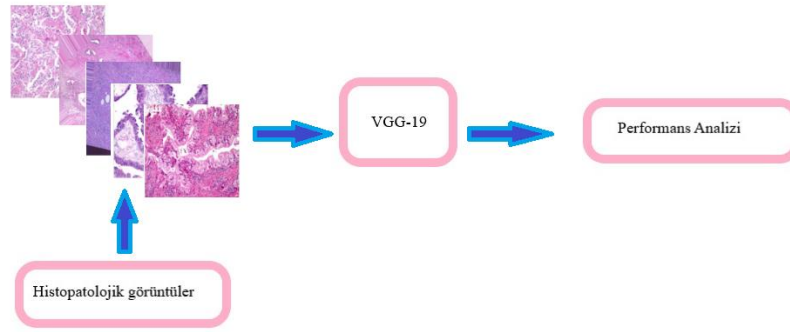
Yapılan başka bir çalışmada histopatolojik görüntüler üzerinden IDC (İnvasive Ductal Carcinoma) tespiti için derin transfer öğrenme tekniği olarak ResNet ve DenseNet kullanılmıştır. Modellerin sadece son katmanları eğitime dahil edilmiştir. DenseNet-161 ile en yüksek denge hassasiyeti %91,57 iken ResNet-50 modelinde en yüksek F puanı %94,11 olarak bulunmuştur (Celik vd., 2020).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde histopatolojik görüntüler üzerinde yumurtalık kanseri ile ilgili yapılmış çalışmaların azlığı gözlemlenmektedir. Bu çalışma, literatüre bu konuda katkıda sunmak amacıyla yumurtalık kanseri alt tiplerinin histopatolojik görüntüler üzerinden tahmin edilmesi ve sınıflandırılmasında VGG-19 mimarisi kullanılarak transfer öğrenme modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Özgün bir sınıflandırıcı katman eklenerek yeni bir model oluşturulmuştur. Veri setindeki çeşitlilikte artırılarak eğitim tamamlanmış sonuçlar başarımlar grafikleri ve karmaşıklık matrisi ile analiz edilmiştir.

Çalışmanın devamında materyal ve metotlar bölümünde kullanılan veri seti, model yapılandırılması, eğitim ve test süreçleri ile ilgili detaylar sunulurken diğer bölümlerde sırasıyla bulgular ve tartışmalar ve sonuç bölümlerine yer verilmektedir.

MATERYAL VE METOT

Bu bölümde kullanılan ve önerilen transfer öğrenme yöntemleri ve veri kümesinin hazırlanması ele alınmaktadır. Başlangıçta önceden eğitilmiş VGG-19 modelinin seçimini ve yapılandırılması incelenmiştir. Ardından modelin eğitimi için kullanılan veri seti ve eğitim süreci ele alınmıştır. Modelin eğitim sürecinin detayları ve performans değerlendirilmesi, çalışmanın metodolojisi ve temel adımları sunulmuştur. Çalışmada histopatolojik görüntüler kullanılarak yumurtalık kanserinin tespiti için derin transfer öğrenmeye dayalı bir yaklaşım önerilmektedir. Çalışmanın akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yumurtalık Kanseri Sınıflandır Akış Şeması

Çalışmada kullanılan modelin yapılandırılması, öncelikle transfer öğrenme yöntemi kullanılarak önceden eğitilmiş bir VGG-19 modelinin seçilmesiyle başlamıştır. Bu model, geniş bir veri kümesi olan Imagenet üzerinde eğitilmiş ve genel özellikleri öğrenilmiştir. VGG-19 modeli yüklendikten sonra özgün sınıflandırma katmanı çıkarılmış ve temel özelliklerin korunması için tüm katmanlar doldurulmuştur. Çıkarılan sınıflandırma katmanları yerine Global Average Pooling 2D katmanı eklendi ve önceki katmanların çıktıları global bir ortalama değerine dönüştürüldü. Ardından aktivasyon fonksiyonu olarak Relu kullanılan bir tam bağlantılı (dense) katman eklendi. Son olarak model beş sınıf için sınıflandırma yapacağı için çıkış sınıf sayısı beş olan ve softmax aktivasyon fonksiyonunu kullanan bir çıkış katmanı eklendi. Model sınıfı kullanılarak modelin giriş çıkış katmanları belirlenmiş ve bu şekilde yapılandırılan model, önceden öğrenilmiş temel özelliklerini korurken, son katmanlarda özelleştirilmiş sınıflandırma görevi için uygun hale getirilmiştir. Sonuç olarak önceden eğitilmiş derin öğrenme modeli alınarak, modelin alt katmanları donduruldu ve bu model üzerinde özel bir sınıflandırıcı katman eklenerek yeni bir model oluşturuldu. Bu yapılandırma sayesinde, yeni görev için daha az veri ve hesaplama gücü ile etkin bir eğitim yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan veri setinin %70'i eğitim, %20'si test ve %10'u ise doğrulama için kullanılmıştır. Veri setinde arttırma işleminden sonra eğitim için 7309 görüntü, test için 2091 ve doğrulama için 1046 görüntü kullanılmıştır. VGG-19 mimarisi kullanarak eğitim 25 epoch olarak gerçekleştirilmiştir.

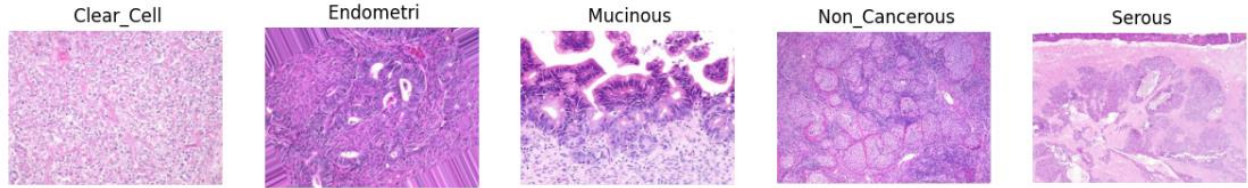
Eğitim sürecinin yönetiminde çeşitli önemli parametreler ve işlemler bulunmaktadır. Öncelikle 'ModelCheckpoint' ve 'EarlyStopping' kullanılarak modelin eğitim sürecinde takip edilmiştir ve en iyi performansa sahip model kaydedilmiştir. Doğrulama seti doğruluğu baz alınarak 'ModelCheckpoint' geri çağırısı, eğitim sırasında modelin performansının izlenmesini ve en iyi modelin kaydedilmesini sağlamaktadır. Kullanılan sabır (patience) değeri ise belirlenen değere göre eğitimi otomatik durdurarak aşırı uyumun önüne geçmektedir. Sabır (patience) değeri 10 olarak belirlendi. Bu sayede, 10 epoch boyunca doğrulama setindeki doğrulukta herhangi bir gelişme olmaması durumunda eğitim otomatik olarak durduruldu. Bu noktada 'model.compile' işlevi, derleme aşamasında modelin optimize ediciyi, kayıp fonksiyonunu ve metrikleri belirlemekte kullanıldı. Çalışmada optimizer parametresi olarak Adam optimize edici kullanılarak kategorik çapraz entropi kaybı(categorical_crossentropy) ve doğruluk(accuracy) metriği kullanılmıştır. Eğitim aşamasında 'fit' fonksiyonu çağılarak model eğitilmiş ve 'class_weights_dict' kullanılarak sınıf dengesizliği ele alınmıştır. Bu bilgiler ile eğitim süreci takip ayrıntılı bir şekilde takip edildi ve model istenilen

performansa ulaştığında eğitime son verildi ve modelin performansını değerlendirme aşamasına geçildi.

Yumurtalık Kanseri Veri Seti

The Cancer Genome Atlas – Yumurtalık Kanseri (TCGA-OV) deposundan elde edilen veri seti Pune Hindistan'daki Smt. Kashibai Navale Tıp Koleji ve Genel Hastanesi'nde tedavi gören 42 hasta üzerinde yapılan araştırmada, kansersiz hücrelere sahip 85 görüntü toplama süreci değerlendirilmiştir. Veri seti oluşturulurken yaşanan zorluğun nedeni Seröz karsinom dışındaki sınıflar için tedavi görmüş hasta sayısının azlığından kaynaklanmıştır. Uzman patoloğlar tarafından toplanan örnekler Leica ICC50 mikroskop kamerası kullanılarak yakalanmıştır. TCGA, Ulusal Kanser Enstitüsü (NCI), Ulusal Sağlık Enstitüleri (NIH), Ulusal İnsan Genom Araştırma Enstitüsü (NHGRI) ve Sağlık ve İnsan Hizmetleri Departmanı arasında yapılan bir iş birliğidir. Deposu, web sitelerine kaydılduktan sonra genel kullanıma açıktır. Elde edilen RGB görüntüleri, 224x224x3, JPG formatına yeniden boyutlandırılmıştır(K. R. Kasture vd., 2022)

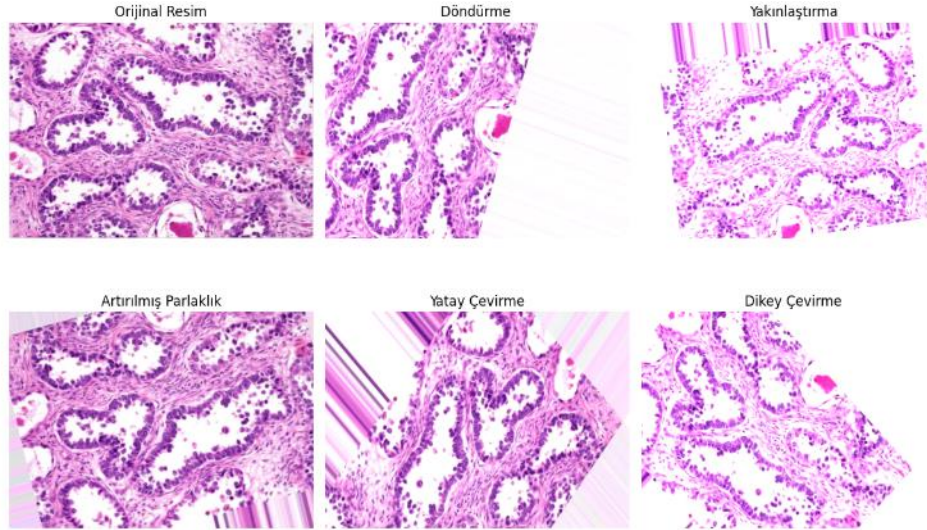
Çalışmada, toplamda 175 Serous, 100 Mucinous, 60 Endometri, 80 Clear_Cell, ve 85 Non_Cancerous olmak üzere 500 etiketli histopatolojik görüntü, Ulusal Kanser Enstitüsü Genom Veri merkezi portalı, TCGA-OV deposundan toplanmıştır. Bu platform, kanser araştırmacıları ve biyobilimcilere kanser verilerini arayıp indirme imkanı sunan bir platformdur. Örnekleri Şekil-2'de gösterilen veri seti Mendeley veri web sitesinde yayınlanmıştır(K. Kasture, 2021) Veri seti tüm alt tiplere göre kategorize edilmiş ve etiketlenmiş olduğundan, gereksiz görüntü bulunmaması sağlanmıştır(K. R. Kasture, Shah, vd., 2021)



Şekil 2. Veri Setinden Örnek Görüntüler

Veri Arttırma (Data Augmentation)

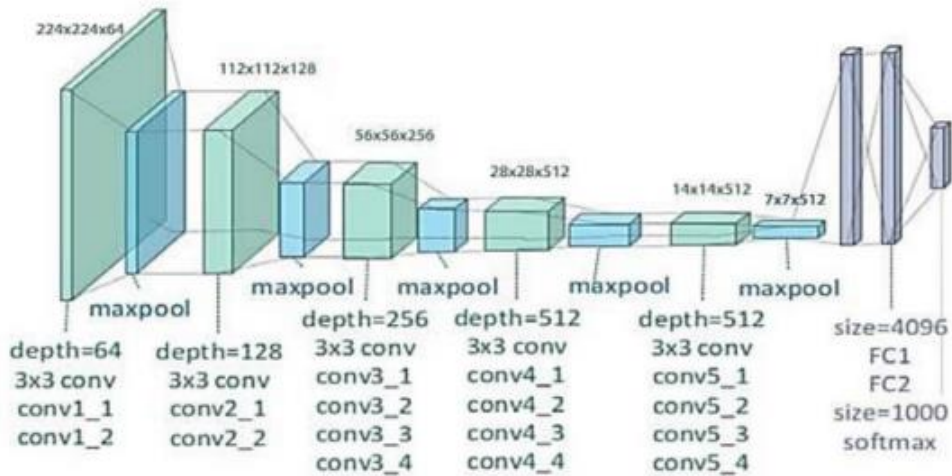
Çalışmada TensorFlow kütüphanesinde yer alan ImageGenerator sınıfının içerdiği Şekil 3'de gösterilen döndürme, yakınlaştırma yatay/dikey çevirme genişlik/yükseklik kaydırma ve parlaklık ayarlama teknikleri kullanılmıştır. Her sınıfa ait orijinal görüntüler üzerinde bu teknikler uygulanarak verileri arttırıldıktan sonra oluşan yeni örneklerin her biri ayrı klasörlerde saklanmıştır. Modelin performansı arttırıp, genelleme yeteneğinin güçlenmesi için yapılan bu işlem sonucunda orijinal veri setinden çok daha büyük boyutta bir veri seti elde edilmiştir. Bu çeşitlilik sayesinde modelin ezberleme (over-fitting) durumunun engellenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3. Veri Arttırma Teknikleri

VGG-19

VGG-19 modeli sınıflandırma amacıyla kullanılan bir model olup, 19 katmandan oluşmaktadır ve her bir katmanında 3x3 filtre kullanılmaktadır. Model 3 tam bağlantılı katman, beş havuzlama katmanı, on altı evrişim katmanı ve bir softmax katmanı içermektedir. Evrişim katmanında yapılan evrişim işleminde bir filtre giriş bir resme uygulanarak bir özellik haritası elde edilir. Elde edilen özellik haritaları giriş resminin belirli özelliklerinin detaylı bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olur. Havuzlama katmanında ise evrişim tabanlı sistemlerdeki özellik haritalarının boyutlarını azaltan kritik adım ele alınır. Bu işlem aşırı öğrenmeyi kontrol etmek için oldukça önem arz etmektedir. Havuzlama katmanında, özellik haritasındaki bölgesel özellikler, bulunma durumuna göre özetlenir. VGG-19 maksimum havuzlama daha sık tercih edilir. Bu katman sayesinde öğrenme süreci daha etkin hale gelmektedir. Modelin son üç katmanını oluşturan tam bağlantılı katmanlar ise besleme yapılmadan önceki giriş resmini düzeltirmekten sorumludur. Öğrenilen özelliklerin bir araya getirilmesi ve evrişim ve havuzlama katmanlarında elde edilen özellikleri kullanarak anlaşılması daha zor desenleri anlama yeteneğine sahiptir. Tüm bunlar modelin karmaşık ve zor görevleri başarılı tamamlamasını sağlar. Mimarinin genel yapısı da Şekil 4' te gösterilmiştir (Zheng vd., 2018).



Şekil 4. VGG-19 Mimarisi

Değerlendirme Metrikleri

Performans değerlendirme metriği olarak Doğruluk (Accuracy), Hatırlama (Recall), Hassasiyet (Precision), F1-Puanı(F1-Score) kullanılmıştır. Model performansının değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılan başarı metrikleri doğruluk tabanlı bir performans değerlendirmesine dayanmaktadır. Modelin doğruluğu Doğru Negatif (TN), Doğru Pozitif(TP), Yanlış Negatif(FN)ve Yanlış Pozitif(FP) ile ölçülmüştür(Sokolova vd., 2006).

Burada DN doğru şekilde kanserli olarak sınıflandırılan görüntüleri, YP yanlış şekilde kanserli olarak tanımlanan kanserli olmayan görüntüleri, YP kanserli sınıfa ait olan görüntülerin kanserli değil olarak sınıflandırıldığı anlamına gelirken, DN doğru sınıflandırılan kanserli olmayan görüntüleri temsil eder. Doğruluk (Accuracy) toplam tahminler içinde doğru tahminlerin yüzdesini gösteren orandır. Doğru tahminlerin toplam tahminlere oranını belirtir(K. R. Kasture, Sayankar, vd., 2021).Şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Doğruluk(Accuracy)} = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)}$$

$$\text{Hatırlama (Recall)} = \frac{TP}{(TP + FN)}$$

$$\text{Hassasiyet (Precision)} = \frac{TP}{TP + FP}$$

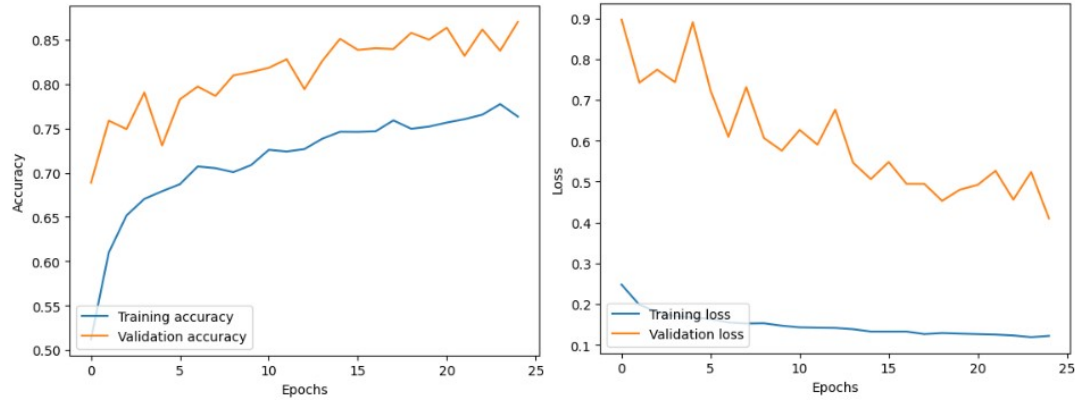
$$\text{F1 Puanı (F1 Score)} = 2 * \frac{(\text{Hassasiyet} * \text{Hatırlama})}{(\text{Hassasiyet} + \text{Hatırlama})}$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, modelin eğitim boyunca elde ettiği performansın detaylı bir analizi sunulmaktadır.Başarım grafikleri ve karmaşıklık matrisi sonuçları, modelin eğitim sürecinin ve performansının değerlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. Başarım grafikleri modelin eğitim sürecindeki performansını görsel olarak ifade ederken, karmaşıklık matrisleri ise modelin her sınıf için ne kadar doğru ve yanlış sınıflandırma yaptığını göstermektedir. Yapılan çalışmada başarım grafikleri ve karmaşıklık matrisi bir arada kullanılarak modelin performansı analiz edilmiştir. Başarım grafiği Şekil 5'te, karmaşıklık matrisi ise Şekil 6'da bulunmaktadır.

Şekil 5'te verilen başarım grafiklerinde “Training Accuracy” ve “Validation Accuracy” grafiği modelin doğruluğunu göstermektedir. Eğitim başlangıcında düşük olan eğitim ve doğrulama doğruluğu eğitim süreci ilerledikçe artmaktadır. Modelin eğitim sürecindeki performansı iyileşirken, model eğitim ve doğrulama verilerine de uyum sağlamaktadır. Modelin eğitim doğruluğu ve doğrulama doğruluğu arasındaki farkın zamanla azalması modelin aşırı uyuma dirençli olduğunu ve genelleme yeteneğinin arttığını göstermektedir.

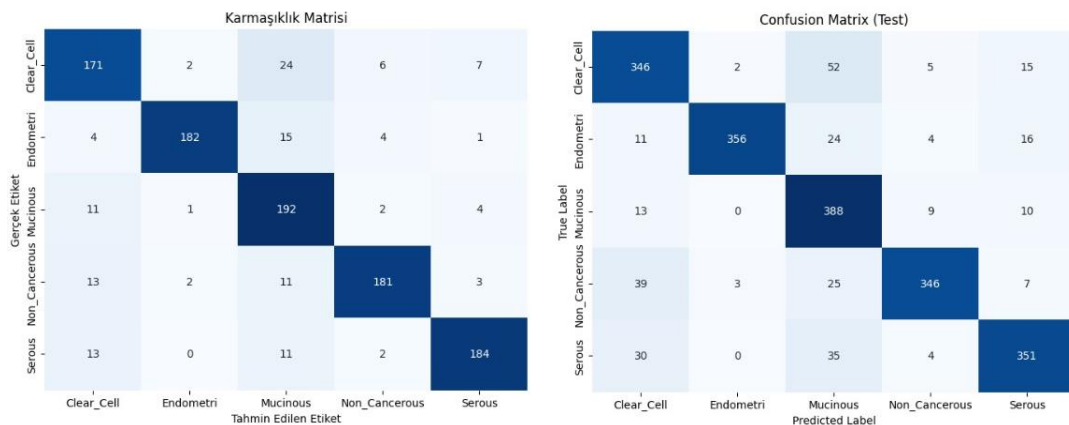
“Training Loss” ve “Validation Loss” grafiğinde ise değerleri arasındaki ilişki ve modelin eğitim sürecindeki başarımı gözlemlenmektedir. Eğitim sürecinin başlangıcında eğitim kaybı (Training Loss) ve doğrulama kaybı (Validation Loss) yüksektir. Fakat eğitiminin devam etmesiyle kayıpların azaldığı, değerlerin birbirine yaklaştığı görülmektedir. Bu durum modelin aşırı uyumdan kaçınarak verilere daha iyi uyum sağladığını göstermektedir. Eğitim süresince devam eden 25 epoch boyunca eğitim kaybı ve doğrulama kaybı arasındaki farkın sürekli olarak azaldığı bu sayede modelin eğitim boyunca istikrarlı bir şekilde devam ettiği gözlemlenmektedir. Sonuç olarak eğitim süreci boyunca eğitim doğruluğu ve doğrulama doğruluğu artmış, eğitim kaybı ve doğrulama kaybı azalmıştır. Bu durum modelin eğitim süresince verilere uyum sağladığını ve başarılı bir şekilde öğrenme sağladığını göstermektedir.



Şekil 5. VGG-19 Başarım Grafikleri

Karmaşıklık matris analizi, doğrulama ve test setlerinde modelin performansını değerlendirmek için önemli bir araçtır. Çalışma kapsamında, modelin performansını değerlendirmek için oluşturulan karmaşıklık matrisinin görselleştirilmiş hali Şekil 6'da sunulmuştur. Bu analizde Endometri, Non_Cancerous ve Serous hastalıklarının yüksek geri çağırma oranları ile oldukça iyi performans gösterdiği görülmektedir. Mucinous ve Clear_Cell hastalıklarının daha düşük geri çağırma oranları ile daha zayıf performans gösterdiği belirlenmiştir. Doğrulama seti ile en iyi performans gösteren hastalıklar arasında Non_Cancerous 192 doğru tahmin ile ilk sırayı alırken bunu 184 doğru tahmin ile Serous ve 182 doğru tahmin ile Endometri izlemektedir. Test verileri ile yapılan sınıflandırma da ise en iyi performansını 356 doğru tahmin ile Endometri, 351 doğru tahmin ile Serous ve 346 doğru tahmin ile Non_Cancerous göstermektedir. En iyi performans gösteren hastalıklar genellikle Endometri ve Non_Cancerous olarak belirlenmiştir. Endometri ve Non_Cancerous hastalıkları için precision, recall ve F1-score değerleri hem doğrulama hem de test setlerinde yüksek olmuştur. Endometri için test setinde %99 precision ve %87 recall elde edilirken, Non_Cancerous için ise %94 precision ve %82 recall elde edilmiştir. Bu yüksek değerler, bu hastalıkların model tarafından başarılı bir şekilde tanındığını göstermektedir.

En kötü performans gösteren hastalıklar ise Clear_Cell ve Mucinous olarak belirlenmiştir. Clear_Cell hastalığı için precision, recall ve F1-score değerleri hem doğrulama hem de test setlerinde düşük olmuştur. Mucinous hastalığı ise test setinde precision açısından daha düşük değer gösterirken, recall değeri daha yüksektir. Bu durum, test setinde Mucinous hastalığının daha fazla yanlış pozitif tahminlere sahip olduğunu, ancak daha az yanlış negatif tahminlere sahip olduğunu gösterebilir. Dolayısıyla, modelin özellikle Mucinous hastalığını tanıma konusunda iyileştirmeye ihtiyacı vardır.



Şekil 6. Doğrulama ve Test Sonuçlarının Karmaşıklık Matrisi

Tablo 1’de, VGG-19 modelinin performansını değerlendirmek için kullanılan sınıflandırma raporlarını göstermektedir. Test ve doğrulama verileri ile iki farklı veri seti üzerinden elde edilen sonuçlar raporlanmıştır. İlk olarak %70 eğitim, %20 test verileri kullanılarak eğitilen modelin test veri seti üzerinde elde ettiği sonuçlar sunulmuştur. Her bir hastalık sınıfı için Precision, Recall ve F1-Score metrikleri raporlanmıştır. Son olarak, tüm sınıflar için Accuracy (doğruluk oranı) %85 olarak raporlanmıştır. Aynı model %70 eğitim, %10 doğrulama veri kullanılarak veri seti üzerindeki performansı raporlanmıştır. Aynı şekilde her sınıf için Precision, Recall ve F1-Score değerleri verilmiştir. Tüm sınıfların doğruluk oranı %87 olarak raporlanmıştır. Tablo 1 sonuç olarak modelin her sınıf için ne kadar doğru tahmin yaptığını, yanlış sınıflandırmaların ne kadar olduğunu ve doğruluk oranlarının test ve doğrulama veri setlerine göre nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 1’deki sonuçlar incelendiğinde modelin sınıfları iyi tahmin ettiği görülmektedir. Fakat sınıflar arasındaki başarı oranlarında bir miktar değişimler olduğu görülmektedir, bazı sınıfların diğerlerine göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmektedir. Precision (Hassasiyet) değeri incelendiğinde modelin çoğu sınıfı yüksek hassasiyet ile tahmin ettiği fakat Mucinous sınıfında iyileştirmeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Recall (Duyarlılık) değerlerinde ise modelin özellikle Mucinous sınıfında oldukça başarılı, Non Canceous sınıfında diğer sınıflara göre zayıf kaldığı görülmektedir. F1- Puanı (F1-Score) değerlendirildiğinde modelin çoğu sınıfı dengeli bir şekilde tahmin ettiği görülmekte, Mucinous sınıfının hassasiyetinin biraz düşük olması sebebi ile bu alanda iyileştirme yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Tablo 1. VGG-19 Performans Değerlendirme

VGG-19 Performans Değerlendirme					
	Sınıflar	Precision	Recall	F1 Score	Accuracy
Eğitim (%70) – Test (%20)	Clear Cell	0,79	0,82	0,81	
	Endometroid	0,99	0,87	0,92	
	Mucinous	0,74	0,92	0,82	
	Non Cancerous	0,94	0,82	0,88	%85
	Serous	0,88	0,84	0,86	
Eğitim (%70) – Doğrulama (%20) - Test (%10)	Clear Cell	0,81	0,81	0,81	
	Endometroid	0,97	0,88	0,93	
	Mucinous	0,76	0,91	0,83	
	Non Cancerous	0,93	0,86	0,89	
	Serous	0,92	0,88	0,90	%87

Sonuçlara bakıldığında modelin oldukça etkin bir şekilde çalıştığı görülmektedir. Test verileri üzerinden elde edilen sonuçta “Clear Cell” sınıfı için %81 hassasiyet, %81 duyarlılık, %81 F1 puanı elde edilirken aynı şekilde diğer sınıflar içinde yüksek performans elde edilmiştir. Bu sonuç modelin sınıflar arasında dengeli bir şekilde çalıştığını göstermektedir. Doğrulama verileri üzerinde yapılan değerlendirmede benzer başarı göstermektedir. Genel olarak sonuçlara bakıldığında kullanılan derin öğrenme modelimizin yumurtalık kanseri alt türlerini başarı ile sınıflandırdığı ve dengeli bir performans sergilediğini göstermektedir.

SONUÇ

Çalışmada, yumurtalık kanserinin sınıflandırılması için derin transfer öğrenmeye dayalı bir yaklaşım sunulmuş ve önceden eğitilmiş VGG-19 modeli temel alınarak yeni bir model yapılandırılmıştır. Yumurtalık kanseri sınıflandırılması için geliştirilen bu derin öğrenme modeli, öncelikle veri setini uygun oranlarda eğitim, test ve doğrulama olarak üçe bölünmesi ile başlamaktadır. Eğitim verisi %70 test verisi %20 ve doğrulama verisi %10 olarak belirlenmiştir. Bölünen veri seti, her bir sınıfa ait örneklerin dengeli bir şekilde dağılmasını sağlayarak modelin genelleme yeteneğini arttırmıştır. Ardından eğitim verileri kullanılarak veri artırma işlemi yapılmıştır. Bu artırılmış görüntüler ile modelin genel ve sağlıklı bir öğrenme sağlamasını hedeflenmiştir. Görüntü artırma işlemleri, rotasyon, kayma parlaklık ayarları gibi çeşitli teknikler uygulanmıştır. Eğitim 25 epoch gerçekleştirilmiştir ve 'EarlyStoopping', 'ModelCheckpoint' gibi önemli parametreler de kullanılmıştır. Eğitim süresince kullanılan erken durdurma ve kontrol noktası sayesinde modelin aşırı uyuma direnci artırılmış, daha iyi sonuçlar alınmasına yardımcı olmuştur. Bu aşama modelin eğitim ve değerlendirme aşamalarını önemli ölçüde etkilemekte ve sürecin güvenilir bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak adına önemlidir.

Model, transfer öğrenme yoluyla önceden eğitilmiş ağırlıkları kullanarak yumurtalık kanseri sınıflandırma görevini başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir. Çalışmada kullanılan derin öğrenme projesi Colab ortamında yüksek RAM ve TPU kullanarak gerçekleştirildi. Fakat buna rağmen eğitim sürelerinin oldukça uzun sürdüğünü gözlemledik. Gelecekte yapılacak çalışmalar için öncelikle daha fazla hesaplama gücüne sahip donanım kaynaklarına erişim sağlamak için yüksek kapasiteli GPU veya daha gelişmiş TPU kullanımı düşünülebilir. Bunlara ilaveten optimizasyon ve hiperparametre ayarlamalarında farklı kombinasyonlar denenebilir.

Elde edilen sonuçlar umut vaat etmektedir, gelecekte çalışmada kullanılan derin öğrenme modelinin iyileştirilmesiyle, veri setinin artırılması ve aynı veriler ile MobileNet-V2, InceptionV3, Resnet50, Xception gibi daha fazla transfer öğrenme yönteminin kullanılması ile daha başarılı sonuçlar elde edilebilir. Sonuç olarak algoritma ve donanım ile ilgi iyileştirmeler eğitim sürelerini kısalmasına ve daha etkili ve hızlı sonuçlar elde edilmesine imkan sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abdelaziz Ismael, S. A., Mohammed, A., & Hefny, H. (2020). An enhanced deep learning approach for brain cancer MRI images classification using residual networks. *Artificial Intelligence in Medicine*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2019.101779>

Aljuaid, H., Alturki, N., Alsubaie, N., Cavallaro, L., & Liotta, A. (2022). Computer-aided diagnosis for breast cancer classification using deep neural networks and transfer learning. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 223. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.106951>

Celik, Y., Talo, M., Yildirim, O., Karabatak, M., & Acharya, U. R. (2020). Automated invasive ductal carcinoma detection based using deep transfer learning with whole-slide images. *Pattern Recognition Letters*, 133, 232–239. <https://doi.org/10.1016/J.PATREC.2020.03.011>

Kasture, K. (2021). *OvarianCancer&SubtypesDatasetHistopathology*. 1. <https://doi.org/10.17632/KZTYMSRjX9.1> <https://data.mendeley.com/datasets/kztymsrjx9/1>

Kasture, K. R., Choudhari, D., & Matte, P. N. (2022). Prediction and Classification of Ovarian Cancer using Enhanced Deep Convolutional Neural Network. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 70(3), 310–318. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I3P235>

Kasture, K. R., Sayankar, B. B., & Matte, P. N. (2021). Multi-class Classification of Ovarian Cancer from Histopathological Images using Deep Learning - VGG-16. *2021 2nd Global Conference for Advancement in Technology, GCAT 2021*. <https://doi.org/10.1109/GCAT52182.2021.9587760>

Kasture, K. R., Shah, D. D., & Matte, P. N. (2021). A new deep learning method for automatic ovarian cancer prediction & subtype classification. *turcomat.org*, 12(12), 1233–1242. <https://doi.org/10.17632/w39zgksp6n.1>

Kavitha, S., Dhanapriya, B., Vignesh, G. N., & Baskaran, K. R. (2021). Neural Style Transfer Using VGG19 and Alexnet. *2021 International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation, ICAECA 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICAECA52838.2021.9675723>

Kongara, S. R., Prakasha, S., Brindha, A., Pathak, S. K., Miya, J., Taqui, S. N., Almoallim, H. S., Alharbi, S. A., & Raghavan, S. S. (2024). Performance evaluation of optimized convolutional neural network mechanism in the detection and classification of ovarian cancer. *Multimedia Tools and Applications*. <https://doi.org/10.1007/S11042-024-18115-0>

Menon, U., Gentry-Maharaj, A., Burnell, M., Singh, N., Ryan, A., Karpinskyj, C., Carlino, G., Taylor, J., Massingham, S. K., Raikou, M., Kalsi, J. K., Woolas, R., Manchanda, R., Arora, R., Casey, L., Dawnay, A., Dobbs, S., Leeson, S., Mould, T., ... Parmar, M. (2021). Articles Ovarian cancer population screening and mortality after long-term follow-up in the UK Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening (UKCTOCS): a randomised controlled trial. *www.thelancet.com*, 397. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00731-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00731-5)

Sokolova, M., Japkowicz, N., & Szpakowicz, S. (2006). Beyond accuracy, F-score and ROC: A family of discriminant measures for performance evaluation. *AAAI Workshop - Technical Report, WS-06-06*, 24–29. https://doi.org/10.1007/11941439_114

Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/CAAC.21660>

Tang, Y., Liu, M., Hu, L., Wang, C., He, Y., Zeng, C., Lin, K., He, Z., & Huo, W. (2022). A deep learning method for breast cancer classification in the pathology images. *ieeexplore.ieee.org* M Liu, L Hu, Y Tang, C Wang, Y He, C Zeng, K Lin, Z He, W Huo *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 2022•*ieeexplore.ieee.org*, 26(10), 5025. <https://doi.org/10.1109/ JBHI.2022.3187765>

Xu, Y., Jia, Z., Wang, L. B., Ai, Y., Zhang, F., Lai, M., & Chang, E. I. C. (2017). Large scale tissue histopathology image classification, segmentation, and visualization via deep convolutional activation features. *BMC Bioinformatics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S12859-017-1685-X>

Zheng, Y., Yang, C., & Merkulov, A. (2018). Breast cancer screening using convolutional neural network and follow-up digital mammography. <https://doi.org/10.1117/12.2304564>, 10669, 1066905. <https://doi.org/10.1117/12.2304564>

**AFYON BIYOGAZ ENERJİ SANTRALI ÇOKLU-HİDROJEN ÜRETİM SÜRECİNİN
TERMODİNAMİK VE TERMOEKONOMİK ANALİZİ VE FARKLI OPTİMİZASYON
METOTLARIYLA ÇOK BOYUTLU OPTİMİZASYONU**

**THERMODYNAMIC AND THERMOECONOMIC ANALYSIS AND MULTI-
DIMENSIONAL OPTIMIZATION WITH DIFFERENT OPTIMIZATION METHODS OF
AFYON BIOGAS POWER PLANT MULTI-HYDROGEN PRODUCTION PROCESS**

Muhammed Arslan

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Çay Meslek Yüksekokulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojisi
Bölümü, Afyonkarahisar*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8387-7008>

ÖZET

ABES (Afyon Biyogaz Enerji Santrali) tavuk gübresinden elde edilen biyogazdan 4 MW elektrik gücü üreten bir santraldir. Ancak ABES yüksek enerjili atık egzoz gazını enerjisinden faydalanmadan atmosfere salmaktadır. Bu çalışmada, ABES'in termodinamik kayıplarını azaltmak için bir model – GABES (Geliştirilmiş ABES) – önerilmiş; ABES ve GABES'in çok boyutlu optimizasyonu, termodinamik analizi ve termoeconomik analizi yapılmıştır. Optimizasyon çok boyutlu olarak EES (Engineering Equation Solver) veritabanında yer alan beş farklı optimizasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, en iyi sonuçları veren optimizasyon yöntemi Genetic olmuştur ve ABES 4 MW elektrik gücü, %23,92 enerji verimliliği, %17,54 ekserji verimliliği ve 0,04 \$/kWh birim elektrik maliyetine sahiptir. GABES ise 15,29 MW toplam güç, %83,16 enerji verimliliği, %48,75 ekserji verimliliği, 0,0367 \$/kWh birim elektrik maliyeti, 0,1 kg/s hidrojen üretimi ve 1,488 \$/kg birim hidrojen maliyetine sahiptir. Ayrıca ABES'in ekserji yıkım oranı 15 MW iken, GABES ile bu oran 9,59 MW'a düşürülmüştür. Böylece birim ürün maliyetleri düşürülmüş, elektrik ve hidrojen üretimi artırılmış ve çevreye daha az zarar veren bir egzoz gazı salınımı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Biyogaz, Hidrojen, Optimizasyon, Termodinamik Analiz, Termoeconomik Analiz.

ABSTRACT

ABES (Afyon Biogas Power Plant) is a power plant that produces 4 MW electrical power from biogas obtained from chicken manure. However, ABES releases high-energy waste exhaust gas to the atmosphere without utilizing its energy. In this study, a model – GABES (Improved ABES) – was proposed to decrease thermodynamic losses of ABES; multidimensional optimization, thermodynamic analysis and thermoeconomic analysis of ABES and GABES were performed. Optimization was carried out multidimensionally with five different optimization methods in the EES database. According to analysis conclusions, the optimization method that exports the best results is the Genetic method and ABES has 4 MW electrical power, 23.92% energy efficiency, 17.54% exergy efficiency and a unit electricity cost of 0.04 \$/kWh. GABES has also 15.29 MW total power, 83.16% energy efficiency, 48.75% exergy efficiency, 0.0367 \$/kWh unit electricity cost, 0.1 kg/h hydrogen production and 1.488 \$/kg unit hydrogen cost. In addition, while the exergy destruction rate of ABES was 15 MW, this rate was reduced to 9.59 MW with GABES. Therefore, unit product costs were reduced, electricity and hydrogen production was increased, and less environmentally damaging exhaust gas emissions were achieved.

Keywords: Biomass, Biogas, Hydrogen, Optimization, Thermodynamic Analysis, Thermoeconomic Analysis.

GİRİŞ

Ekonomi ve teknolojinin gelişimiyle enerji arzı ve talebi arasındaki dengesizlik enerji sorunlarını arttırmış, dolayısıyla enerji sorunlarına çözüm arayışı ilgi çekmeye başlamıştır. Enerji sorunlarına ek olarak ciddi çevre kirliliği problemleri de enerji talebini karşılama sürecinde boy göstermiştir. Diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında biyoenerjinin büyük rezervleri, kolay bulunabilirliği ve önemli bir potansiyeli vardır. Tarımsal saman ve hayvancılık atıkları gibi organik atıklar anaerobik fermentasyon kullanılarak biyogaza ve organik gübreye dönüştürülebilir. Bu nedenle biyogaz teknolojisi dünya çapında hızla gelişmektedir (Mosaffa vd. 2019, Lu vd. 2022, Fu vd. 2024).

Biyogaz, birçok endüstriyel ve evsel uygulama için iyi bilinen bir yakıt olarak petrol yakıtlarının pratik bir alternatifi olan sıvı biyoyakıtlar geliştirmeye motive etmektedir. Özellikle organik maddelerden mikrobiyolojik aktivite ile (anaerobik çürütme yoluyla) biyogaz üretimi, fosil yakıtların yerine gelecek vaat eden bir alternatiftir. Dahası, 2040 yılında biyogaz üretiminin 75 milyon ton petrol eşdeğerini geçeceği öngörülmektedir (Gholizadeh vd. 2019, Singh vd. 2024).

Biyogaz teknolojisi, hayvan gübresini anaerobik çürütme yoluyla etkili bir şekilde biyogaza ve gübreye dönüştürür. Anaerobik çürütme teknolojisi, hayvan gübresi yönetiminin olumsuz çevresel etkilerini azaltmaya yönelik etkili bir emisyon azaltma stratejisidir. Depolanan biyogaz, atmosfere salınan metanı azaltır ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltır. Ayrıca biyometan veya biyogaz gibi biyoenerji üretimi için mezbaha ve organik atıkların artırılmasında umut verici bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Ayrıca sera gazı emisyonlarını azaltmak için kullanılabilecek biyogübreler veya inorganik besinler gibi değerli yan ürünlere de sahiptir. Çeşitli atık ürünler arasında canlı hayvan atıkları, mezbaha atıkları, tarımsal atıklar, hayvan gübresi, atık su ve diğer sektörler bulunmaktadır (Sinsuw vd. 2024).

Fosil yakıtların tükenen ve sınırlı bir enerji kaynağı olduğunun kabul edilmesi, yeni bir enerji alternatifi arayışının önemini artırdı. Bu bağlamda fosil yakıtların yerine önerilebilecek bir diğer yakıt hidrojenidir. Hidrojen, olağanüstü enerji dönüşüm verimliliği, çeşitli depolama seçenekleri, taşınabilirlik ve neredeyse emisyonuz yanma gibi önemli avantajlar sunar. Yakıt hücrelerinde olağanüstü bir verimlilikle elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir (Aravindan ve Praveen Kumar 2024). Hidrojen, kimya endüstrisi için önemli bir hammaddedir ve karbon içermeyen yapısı ve elektrik ve/veya ısı üretimi için yüksek termal değeri nedeniyle fosil yakıtlara uygun bir alternatif enerji taşıyıcısıdır. Hidrojen bir enerji kaynağı değil, bir enerji taşıyıcısı olduğundan, kullanılmadan önce üretilmesi gerekir. Sentez gazı (CO (karbonmonoksit) ve H₂ (hidrojen) karışımı), biyogaz reformasyonu veya doğal gaz, su elektrolizi ve biyokütle gazlaştırma dahil olmak üzere çeşitli tekniklerle üretilebilir. Biyogazın ana maddesi metan, KMR (kuru metan reformasyonu), BMR (buhar metan reformasyonu), KOR (kısmi oksidasyon reformasyonu) ve TR (tri-reformasyon) yoluyla sentez gazına dönüştürülebilir (Zolghadri vd. 2024). Ayrıca sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik geliştirilen bir diğer strateji ise atık ısı enerji geri kazanımıdır ki bu strateji dolaylı olarak iklim değişikliğinin şiddetlenmesine engel olmaktadır (Al-Dahidi vd. 2024).

Aşağıda biyogaz santralleri termodinamik ve termoeconomik performansı ve hidrojen üretimi üzerine yapılan güncel çalışmalar sunulmuştur. Wang vd. (2024), suyun elektrolizinden hidrojen üretmek için jeotermal-biyokütle enerjisi destekli bir Rankine döngüsü modeli önermiştir. Önerilen ve optimize edilen model ile 7.706 kW güç üretimi, 117,8 kg/gün hidrojen üretimi, %44,67 enerji verimliliği, %42,37 ekserji verimliliği ve 68,52 \$/MWh LCOP elde edilmiştir (Wang vd. 2024). Song vd. (2023), biyogaz ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) soğuk enerjisini kullanarak elektrik, soğutma, ısıtma, tatlı su üretimi, sıvı CO₂ (karbondioksit), biyometan ve metanol üreten çoklu bir üretim sistemi önermiştir. Termodinamik analiz sonuçlarına göre sistem %91 enerji verimliliği, %83 ekserji verimliliği, 31.320 kg/h metanol, 360.000 kg/h soğuk su, 657.700 kg/h sıcak su, 180.900 kg/h tatlı su, 495.200 kg/h sıvı CO₂, 4.029.000 kW biyometan ve 35,18 MW elektrik enerjisi üretimine sahiptir (Song vd. 2023). Wang vd. (2024), elektrik gücü, ısıtma ve soğutma taleplerini karşılamak için bir sistem modeli önermiş ve optimize etmiştir. Optimize edilen modelin termodinamik analiz sonuçlarına göre santral 1.432,3 kW elektrik gücü, 937,9 kW ısıtma gücü ve 128,8 kW soğutma gücü üretmekte ve bu performans %58,31 enerji verimliliği ve %42,17 ekserji verimliliğine karşılık gelmektedir.

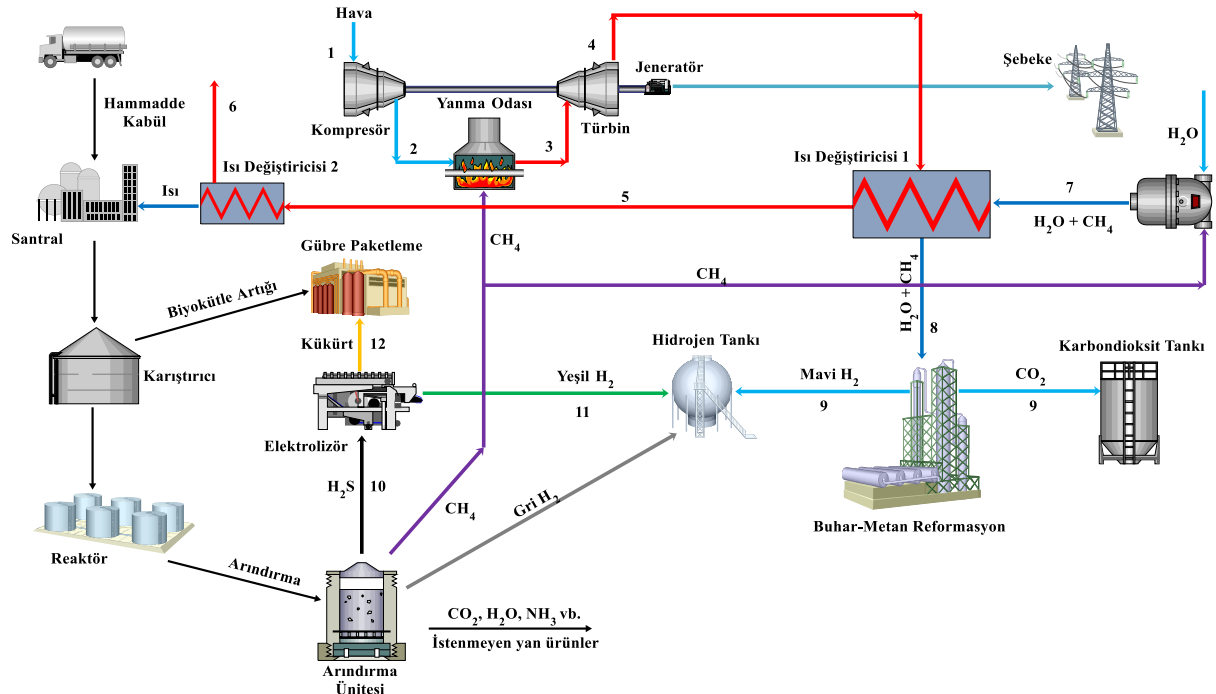
Termoekonomik analiz sonuçlarına göre toplam ürün maliyeti 33,45 \$/GJ olarak belirlenmiştir (Wang vd. 2024a). He vd. (2023), elektrik, soğutma ve hidrojen üreten bir biyogaz enerji santralinin termodinamik ve termoekonomik analizini gerçekleştirmiştir. Termodinamik analiz sonuçlarına göre santralde 108,7 kW elektrik, 888,7 kW soğutma ve 703,3 kg/h hidrojen üretimi yapılmaktadır. Bu sırasıyla %31,51 ve %31,14 enerji ve ekserji verimliliğine karşılık gelmektedir. Termoekonomik analiz sonuçlarına göre ürünlerin toplam maliyeti 16,23 \$/GJ olarak elde edilmiştir (He vd. 2023). Kumar vd. (2024), COMSOL Multiphysics 5.6 yazılımı ile BMR ve BBR (buhar biyogaz reformasyonu) proseslerinin hidrojen üretim performanslarını doğrulamıştır. Çalışmanın temel amacı SMR için H₂ üretimini, SBR için H₂ ve CO verimlerini ve 1 – 3 buhar/karbon oranları için optimum sıcaklığı belirlemektir. Çalışmanın sonuçlarına göre hidrojen verimi (3,2 mol/mol-CH₄), daha önceki simülasyon ve deneysel çalışmalara kıyasla buhar/karbon = 2 ve 700 °C'de BMR'den %12 ve %22 daha yüksektir. BBR için hidrojen verimi, önceki simülasyon ve deneysel çalışmalara göre 800 °C'de %30, 1000 °C'de %21 ve 1200 °C'de %20 daha yüksektir (Kumar vd. 2024). Al-Fatesh vd. (2025), KMR'nin performansını artırmak için Ni bazlı katalizörlerde destekleyici olarak demir (Fe) ve ana alümina desteğinin kullanımını araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları demir destekli zirkonya-alümina destekli Ni katalizörlerinin KMR yoluyla H₂ üretimi için mükemmel bir katalitik sistem olduğunu göstermektedir (Al-Fatesh vd. 2025). Babakouhi vd. (2024), farklı sıcaklıklarda farklı miktarlarda CeO₂ ile %10 Ni/Al₂O₃ katalizörünün KMR ve KOR kombinasyonunun performansını incelemiştir. SPO (sıcaklık programlı oksidasyon) ve AETEM (alan emisyon taramalı elektron mikroskobu) analizleri sonuçlarına göre, 700 °C sıcaklıkta %10Ni/Al₂O₃ –%10CeO₂ katalizörü ile maksimum %93 CH₄ ve %34 CO₂ dönüşüm oranlarına ulaşılmıştır (Babakouhi vd. 2024). Tamilselvan ve Selwynraj (2024), metan üretim sürecini optimize etmek ve biyogazdan hidrojen üretiminin fizibilitesini değerlendirmek için simülasyon modelleri geliştirmiştir. Çalışmada maksimum gaz verimi 30 °C sindirim sıcaklığında 548 mL/gVS olarak elde edilmiştir. Ayrıca maksimum hidrojen üretimi 10,15 kg/h'dir ve basınç 5 barın altına düştüğünde CO₂ emilimi azalmıştır (Tamilselvan ve Selwynraj 2024). Garcia-Villalva vd. (2024), DBD (dielektrik bariyer deşarjı) plazması ve çeşitli katalizör formülasyonlarını kullanarak metan reformasyon reaksiyonlarını - doğrudan MR, KMR ve BMR - deneysel ve sistematik olarak karşılaştırdı. Çalışmanın sonuçları, BMR'nin bu yöntemlerden en etkili olduğunu ve %24 metan dönüşüm oranına ve %80 hidrojen içeriğine sahip olduğunu göstermiştir (Garcia-Villalva vd. 2024).

Bu çalışmada tavuk gübresinden elde edilen biyogaz ile 4 MW elektrik gücü üreten ABES'in düşük termodinamik ve termoekonomik performansını arttırmak amacıyla bir model önerilmiştir. Önerilen model GABES, iki adet ısı değiştiricisinin ABES'e entegrasyonunun çok boyutlu optimizasyonunu içermektedir. Bu sayede atık egzoz gazının yüksek miktardaki enerjisinden faydalanılacak ve ekserjik kayıplar azaltılacaktır. Böylece üretilen elektrik miktarının artırılması ve elektrik maliyetinin düşürülmesi hedeflenmektedir. Ayrıca santralde üretilen metanın bir kısmı BMR ünitesine gönderilerek hidrojen üretiminde kullanılır. Egzoz gazı ilk ısı değiştiricisinde BMR ünitesine giden su-metan karışımını ısıtır ve reformasyon verimliliğini artırır. Diğer yandan üretilen elektriğin bir kısmı biyogaz üretim sürecinde yan ürün olarak açığa çıkan hidrojen sülfürün elektrolizinde kullanılır ve hidrojen üretilir. Son hidrojen kaynağı ise biyogaz üretim sürecinde yan ürün olarak açığa çıkan hidrojenidir. Son olarak egzoz gazı ikinci ısı değiştiricisinde santralin reaktörünü ısıtarak metan dönüşüm verimliliğinin artmasına katkıda bulunur. Daha sonra egzoz gazı düşük sıcaklıkta atmosfere salınır.

SİSTEM TANIMI ve ÇALIŞMA PRENSİBİ

Şekil 1'de önerilen model GABES'in çalışma prensibi verilmiştir. Santrale kabul edilen biyokütle su ile karıştırılmak üzere karıştırıcıya gönderilir. Daha sonra biyokütle-su karışımı reaktörde çürütme işlemine tâbi tutulur. Reaktörde uzun bir süre bekleyen karışım çürütme sonucu biyogaz açığa çıkarır. Açığa çıkan biyogaz direkt olarak gaz motorlarında kullanılmaz. Çünkü bünyesinde yanmayı kötü etkileyecek bileşenler barındırır. Bunlar CO₂, H₂O, NH₃ vb. olarak sıralanabilir. Bunun yanı sıra biyogaz üretim işlemi esnasında açığa çıkan diğer yan ürünler gri hidrojen ve hidrojen sülfürdür. Gri hidrojen depolanmak üzere hidrojen tankına; hidrojen sülfür ise yeşil hidrojen üretmek üzere elektroliz ünitesine gönderilir (Durum 10). Elektroliz sonucu açığa çıkan yeşil hidrojen de (Durum 11) hidrojen

tankına; elektrolizinin diğer ürünü olan kükürt (Durum 12) gübre verimini arttırdığı için gübre paketleme prosesine yönlendirilir. Bu sayede saflaştırılmış metan gazının bir kısmı gaz motorunda yakılmak üzere yanma odasına girer, kalan kısmı ise BMR ünitesine gönderilir. Diğer yandan, atmosfer havası (Durum 1) kompresörde sıkıştırılır (Durum 2) ve yanma odasında metan ile yanma reaksiyonuna girerek egzoz gazı (Durum 3) açığa çıkarır. Yüksek basınç ve sıcaklıktaki egzoz gazı türbini çalıştırır ve elektrik üretilir. Üretilen elektrik şebekeye gönderilirken; halen yüksek enerjiye sahip egzoz gazı (Durum 4) ABES'te atmosfere salınır. GABES'te ise atık ısı geri kazanımı amacıyla iki tane ısı değiştiricisinden geçirilir. ID1 (Isı değiştiricisi 1) egzoz gazı enerjisinin bir kısmı ile buhar-metan reformasyonu sürecine dahil olacak su ve metanı (Durum 7) ısıtmak için kullanılır. Bu sayede reformasyonun verimliliği artar (Durum 8). Reformasyon sonucu açığa mavi hidrojen ve karbondioksit (Durum 9) açığa çıkar ve depolama tanklarına gönderilirler. Halen yüksek enerjiye sahip olan egzoz gazı (Durum 5) ID2 (Isı değiştiricisi 2) ile santralin reaktörünü ısıtır. Bu sayede biyokütleden metan üretim verimliliği ve santralin enerji verimliliği artırılır. Ayrıca bu sayede atmosfere çok daha düşük enerjili egzoz gazı (Durum 6) salındığından atmosfere daha az zarar verilmiş olur. Düşük enerjili egzoz gazı gün geçtikçe sıcaklığı artan atmosfer üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Ayrıca üretilen ve depolanan hidrojen birçok kimya endüstrisinde, yakıt istasyonlarında vb. birçok yerde kullanılabilir.



Şekil 1. GABES ile ısı geri kazanımı ve elektrik ve hidrojen üretimi.

METOT

Bu bölümde ABES ve GABES'in termodinamik ve termoeconomik performanslarını belirlemek ve karşılaştırmak için gereken eşitlikler ve GABES'in en iyilenmesi için optimizasyon metotları sunulmuştur. Bunun için termodinamik eşitlikler kullanılarak hem santral bazında hem de ekipman bazında enerji ve ekserji analizleri yapılır. Termoeconomik analizin gerçekleştirilebilmesi için ekonomik datalar ile termodinamik dataların kombine edilmesi gerekir. Böylece üretilen elektrik ve hidrojenin birim maliyeti hakkında nicel bir veri elde edilir. Ayrıca önerilen modelin optimize edilmesi ile maliyetler düşürülebilir.

Termodinamik Analiz

Termodinamik analiz basınç, kütleli debi ve sıcaklık datalarıyla enerji verimliliği, ekserji verimliliği ve güç üretimi dataları hesaplanarak gerçekleştirilir. Bu sayede ABES ve GABES'in performansları hakkında nicel sonuçlara dayanarak yorum yapılabilir. Ekipman seviyesinde yapılan analiz ise ekserjik kayıpların hangi ekipmanlarda olduğunu açıkça ortaya koyar. Yapılacak iyileştirmeler bu kayıplar dikkate alınarak yapılır. Termodinamik analizin rahatlıkla gerçekleştirilebilmesi için bazı kabullerin yapılması gereklidir. Aşağıda termodinamik analiz için yapılan kabuller ve ABES'e ait gerçek datalar verilmiştir (Afyon Biyogaz Üretim Şirketi 2016).

- Santrale gelen biyokütle kütleli akış oranı 205,92 kg/dk'dır.
- Basınç değiştirici ekipmanların adyabatik verimleri %85'tir.
- Üretilen biyogazın ID (ısı değeri)'si 55.000 kJ/kg'dır.
- ABES 4 MW elektrik gücü üretir.
- ABES'e entegre edilen ID1 ve ID2'nin termal verimleri %70'tir.
- Üretilen metanın 0,1215 kg/s'lik kısmı BMR ünitesine; 0,334 kg/s'lik kısmı ise gaz motoruna gönderilir.
- Ekipmanlarda ve akışlarda basınç düşüşü yoktur.
- Akış esnasında kaçak yoktur.
- Çevre şartları 300 K sıcaklık ve 100 kPa'dır.
- Ekipmanlarda ısı kaybı yoktur.

Termodinamik analiz için gereken ana eşitlikler aşağıda verilmiştir. Herhangi bir ekipmana giren toplam kütleli akış oranı, ekipmandan çıkan toplam kütleli akış oranına eşittir,

$$\sum \dot{m}_{in} = \sum \dot{m}_{out} \quad (1)$$

Enerji dengesi incelendiğinde belirlenen bir sistem için aşağıdaki denklem yazılır,

$$\sum \dot{m}_{in,k} h_{in,k} = \sum \dot{m}_{out,k} h_{out,k} + \dot{W} \quad (2)$$

ABES ve GABES'in ürettiği elektrik gücü türbinde üretilen güçten kompresörde kullanılan gücün çıkarılmasıyla elde edilir,

$$\dot{W}_{elektrik} = \dot{W}_{türbin} - \dot{W}_{kompresör} \quad (3)$$

ID1 ve ID2'de meydana gelen ısı transferleri için aşağıdaki eşitlik kullanılır (H indisi ısı veren akışkanı; C indisi ise ısı alan akışkanı temsil eder),

$$\dot{Q} = \dot{m}_H c_{p,H} (T_{H1} - T_{H2}) = \dot{m}_C c_{p,C} (T_{C2} - T_{C1}) \quad (4)$$

Ekserjik hesaplamalar için gereken eşitlikler şu şekildedir,

$$ex_k = (h - h_0) - T_0 (s - s_0) \quad (5)$$

$$\dot{E}x_k = \dot{m}_k ex_k \quad (6)$$

Ekserjik yıkımlarını hesaplamada sisteme giren yakıt ekserjisi (F indisi) ve sistemden çıkan ürün ekserjisi (P indisi) mantığı kullanılır,

$$\dot{E}x_{Yıkım} = \dot{m}_F (ex_{F,1} - ex_{F,2}) - \dot{m}_P (ex_{P,2} - ex_{P,1}) \quad (7)$$

Son olarak enerji verimliliği ve ekserji verimliliği için aşağıdaki eşitlikler kullanılır,

$$\eta_{enerji} = \frac{\dot{W}_{elektrik} + \dot{Q}_{ID1} + \dot{Q}_{ID2}}{\dot{m}_{metan} ID_{metan}} \quad (8)$$

$$\eta_{ekserji} = \frac{\dot{W}_{elektrik} + \dot{E}x_{ID1} + \dot{E}x_{ID2}}{\dot{m}_{metan} ex_{metan}} \quad (9)$$

Termoekonomik Analiz

Termoekonomi, ekonomik datalarla termodinamik dataları bağdaştırarak her bir akışa ve ekipmana maliyet oranı atanmasını sağlayan bir araçtır. Böylece santral ürettiği ürün hakkında bir maliyet bilgisine sahip olur. Termodinamik analiz ile hesaplanan akış ekserjisi değerleri santralde kullanılan ekipmanların maliyetleriyle birleştirilir ve üretilen elektrik ile hidrojene birer maliyet oranı atanır. Termoekonomik analiz için i (faiz oranı) = %15, n (santral ömrü) = 20 yıl, t (operasyon süresi) = 788.400 saat ve φ (işletme ve bakım maliyeti düzeltme faktörü) = 1,06 kabulleri yapılır. Bu durumda SKF (sermaye kazanım faktörü),

$$SKF = \frac{i(i+1)^n}{(i+1)^n - 1} \quad (10)$$

C_k ekipman satın alma maliyeti olmak üzere ekipman toplam maliyet oranı,

$$\dot{Z}_k = \frac{C_k SKF \varphi}{t} \quad (11)$$

ile hesaplanır. Ekserji akışına atanan maliyet oranı ise akışın birim maliyeti ile ekserjisinin çarpımına eşittir:

$$\dot{C}_k = c_k \dot{E}x_k \quad (12)$$

$$\dot{C}_q = c_q \dot{E}x_q \quad (13)$$

$$\dot{C}_w = c_w \dot{W} \quad (14)$$

Bu durumda ısı güç ile shaft gücü üreten bir ekipman için aşağıdaki genel eşitlik yazılabilir:

$$c_{q,k} \dot{E}x_{q,k} + \sum_i (c_i \dot{E}x_i)_k + \dot{Z}_k = \sum_e (c_e \dot{E}x_e)_k + c_{w,k} \dot{W}_k \quad (15)$$

Optimizasyon

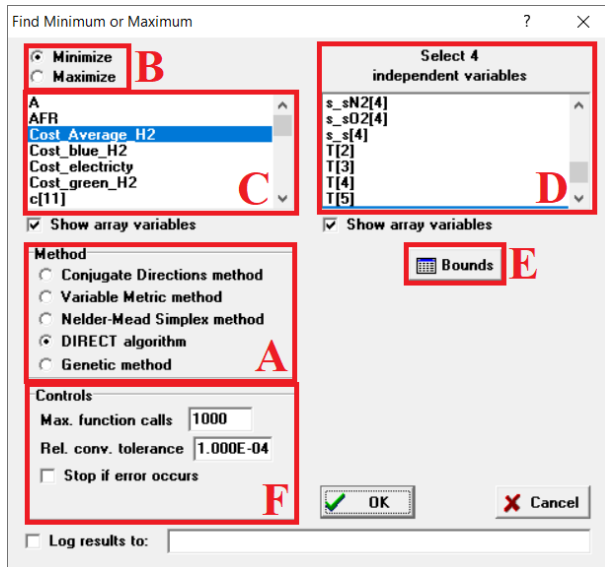
Optimum ifadesi anlamı gereği termodinamik kayıplar ve ekserjik yıkımları en aza indirmeyi hedefler. Bu sayede ürün maliyetleri minimize edilir. Bunu gerçekleştirmek için en uygun sıcaklık, basınç ve kütleli akış oranı aranır. Dolayısıyla problem öncelikle EES'de kodlanarak üzerinde iterasyonla çözüm denemeleri yapılacak bir hale getirilir. Daha sonra optimize edilecek parametrelerin uygulanabilir aralıklarında değerlendirilmesi ile problem çözümler (Bejan vd. 1995).

EES, birçok birleştirilmiş doğrusal olmayan cebirsel ve diferansiyel denklemi sayısal olarak çözebilen genel bir denklem çözme programıdır. Program ayrıca diferansiyel ve integral denklemleri çözmek, optimizasyon yapmak, belirsizlik analizleri sağlamak, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon gerçekleştirmek, birimleri dönüştürmek, birim tutarlılığını kontrol etmek ve grafikler oluşturmak için kullanılabilir. EES'nin önemli bir özelliği ise, denklem çözme yeteneği ile kullanılmasına izin verecek şekilde yüzlerce madde için sağlanan yüksek doğruluklu termodinamik veri tabanı olmasıdır (Arslan 2022).

EES optimizasyon için en az üç bağımsız değişkenin seçilmesi durumunda beş farklı optimizasyon metodu sunar. Bu metotlar "Conjugate Directions", "Variable Metric", "Nelder-Mead Simplex", "DIRECT Algorithm" ve "Genetic" metotlarıdır. Conjugate Directions yöntemi, optimumun bir

sınırdaki olmak üzere kısıtlandığı veya sayısal türevlerin güvenilir olmadığı problemler için en iyisidir. Sayısal türevleri kullanan “Variable Metric” yöntemi eğer çalışırsa en verimli yöntem gibi görünmektedir. Nelder-Mead Simplex metodu kısıtlanmamış optimizasyonlarda başarılı olsa da genel olarak diğer metotlara göre optimum noktayı bulma konusunda başarısızdır. DIRECT algoritma yöntemi yerel optimumlar mevcut olduğunda global bir optimum bulmak için tasarlanmıştır ve Genetik yöntemden çok daha hızlı olabilir. Genetik yöntem, yerel optimumlar olsa bile global bir optimum bulabilme anlamında en güvenilir yöntemdir, ancak aynı zamanda en yavaş olanıdır (Arslan 2022).

Şekil 2’de EES’de çok boyutlu optimizasyon arayüzü verilmiştir. Resmin A bölümünde optimizasyon yöntemleri, B bölümünde amaç fonksiyonunun minimize veya maksimize edilme seçeneği, C bölümünde amaç fonksiyonu olabilecek değişkenler, D bölümünde bağımsız değişkenler, E bölümünde bağımsız değişkenlerin uygulanabilir çalışma aralıkları ve F bölümünde kullanılacak optimizasyon metodunun iterasyon sayısı, toleransı, birey sayısı, jenerasyon sayısı vb. yöntem detayları sunulmaktadır. F bölümünde yapılacak seçimler optimizasyonun doğruluğunu ve zamanını etkiler. Optimizasyon ne kadar küçük toleranslı, yüksek iterasyon, birey ve jenerasyon sayısı ile gerçekleştirilirse süreç o kadar uzun sürer ve güvenilir sonuçlar elde edilir.



Şekil 2. EES’de çok boyutlu optimizasyon arayüzü.

Bu çalışmada birim ürün maliyetini, santral performansını ve çevreyi etkileyen kritik parametreler sıkıştırma oranı (r_p), ID1’in enerji verimliliği (η_{ID1}), kompresöre alınan havanın kütleli akış oranı (\dot{m}_{hava}) ve atmosfere salınan egzoz gazı sıcaklığı (T_6) olarak belirlenmiştir. Bu parametrelerde belirlenecek optimum noktalar birim ürün maliyetlerini olumlu yönde önemli ölçüde etkileyecektir. Parametrelerin uygulanabilir optimizasyon aralıkları aşağıdaki gibidir:

$$2 < r_p < 15$$

$$0.65 < \eta_{ID1} < 0.8$$

$$6 \text{ kg/s} < \dot{m}_{hava} < 20 \text{ kg/s} \quad (17,94 \leq \text{HYO (Hava-yakıt oranı)} \leq 60)$$

$$375 \text{ K} < T_6 < 400 \text{ K}$$

SAYISAL SONUÇLAR

Termodinamik Analiz Sonuçları

Tablo 1’de ABES’in termodinamik akış değerleri verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi ABES’te atmosfere salınan egzoz gazı 1512 K sıcaklığındadır ve yüksek bir ekserjiye sahiptir.

Tablo 1. ABES’in termodinamik akış değerleri.

Durum	Akışkan	P(kPa)	T(K)	\dot{m} (kg/s)	h(kJ/kg)	s(kJ/kgK)	\dot{E}_x (kW)
1	Hava	100	300	6,919	300,4	5,705	0
2	Hava	600	532,9	6,919	537,4	5,774	1496
3	Egzoz gazı	600	2055	7,253	3048	8,05	13784
4	Egzoz gazı	100	1512	7,253	2229	8,149	7624

Tablo 1’deki verilere göre termodinamik performans değerleri Tablo 2’de sunulmuştur. Değerlerden anlaşıldığı gibi santralin termodinamik performansı geliştirmeye oldukça müsaittir.

Tablo 2. ABES’in termodinamik performans değerleri.

	η_{enerji} (%)	η_{ekserji} (%)	Toplam Güç (MW)
ABES	%23,92	%17,54	4

ABES’e iki ısı değiştiricisinin entegrasyonundan sonra santral EES’deki beş farklı optimizasyon metodu ile optimize edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. EES’de beş farklı optimizasyon metodu ile optimize edilen bağımsız değişkenler.

Metot	r_p	η_{ID1}	\dot{m}_{hava}	T_6
Conjugate Directions	15	0,8	6	387,4
Variable Metric	15	0,8	6	385
Nelder-Mead Simplex	7,198	0,7996	6	375
DIRECT Algorithm	14,99	0,8	6,003	398,8
Genetic	15	0,8	6	375

Tablo 3’teki verilere göre optimizasyon metotlarının hesapladığı termodinamik performans değerleri Tablo 4’te sunulmuştur. Tablo 4’e göre en iyi sonuçlar Genetic metot ile elde edilmiştir. Tablodan anlaşıldığı üzere santralin termodinamik performansı entegrasyon ve Genetic metot optimizasyonu ile dikkat çekici şekilde arttırılmıştır.

Tablo 4. EES’de beş farklı optimizasyon metodu ile optimize edilen santralin termodinamik performans değerleri.

Metot	η_{enerji} (%)	η_{ekserji} (%)	Toplam Güç (MW)
Conjugate Directions	%82,75	%48,75	15,22
Variable Metric	%82,74	%48,75	15,21
Nelder-Mead Simplex	%83,16	%43,59	15,29
Direct Algorithm	%82,12	%48,09	15,1
Genetic	%83,16	%48,75	15,29

Genetic metot ile optimize edilmiş GABES’in termodinamik akış değerleri Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. GABES’in termodinamik akış değerleri.

Durum	Akışkan	P(kPa)	T(K)	\dot{m} (kg/s)	h(kJ/kg)	s(kJ/kgK)	\dot{E}_x (kW)
1	Hava	100	300	6	300,4	5,705	0
2	Hava	1500	699,5	6	713	5,798	2309
3	Egzoz gazı	1500	2320	6,334	3579	8,094	15219
4	Egzoz gazı	100	1485	6,334	2275	8,258	6650
5	Egzoz gazı	100	1348	6,334	2072	8,114	5634
6	Egzoz gazı	100	375	6,334	775,5	6,447	590,5
7	CH ₄ + H ₂ O	2000	358	0,3945	284,6	284,6	63,67
8	CH ₄ + H ₂ O	2000	1259	0,3945	4309	4309	876,7
9	H ₂ + CO ₂	2000	1259	0,3945	3731	10,47	972,3
10	H ₂ S	2000	1273	0,05187	1201	0,978	47,11
11	H ₂	2000	1273	0,003068	18374	62,39	36,06
12	S ₂	2000	1273	0,0488	2557	3,979	20,8

Termoekonomik Analiz Sonuçları

Tablo 6’da ABES’in termoekonomik akış ve performans değerleri verilmiştir.

Tablo 6. ABES'in termoekonomik akış ve performans değerleri.

Durum	c(\$/kJ)	$\dot{E}_x(kW)$	$\dot{C}(\$/h)$
1	0	0	0
2	0,00001412	1496	76,04
3	0,00001023	13784	507,63
4	0,00001023	7624	280,77
Birim Elektrik Maliyeti (\$/kWh)			0,04

Tablo 7'de EES'de beş farklı optimizasyon metodu ile optimize edilen santralin termoekonomik performans değerleri verilmiştir. Tabloya göre Nelder-Mead Simplex ve Direct Algorithm metotları dışındaki metotlarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 7. EES'de beş farklı optimizasyon metodu ile optimize edilen santralin termoekonomik performans değerleri.

Metot	Elektrik (\$/kWh)	Maliyeti	Hidrojen Maliyeti (\$/kg)
Conjugate Directions	0,0367		1,488
Variable Metric	0,0367		1,488
Nelder-Mead Simplex	0,0378		1,489
Direct Algorithm	0,037		1,488
Genetic	0,0367		1,488

Tablo 8'de GABES'in termoekonomik akış değerleri verilmiştir. Tabloda ABES'e göre durum 3'te ki ekserjik akış maliyet oranı artarken durum 4'te ki oran azalmıştır. Bu durum optimizasyon ile yıkımların azalmasından dolayı daha fazla elektriğin daha ucuza üretildiği anlamına gelmektedir. ABES'te atmosfere salınan egzoz gazının ekserjik akış maliyet oranı Tablo 6'ya göre 280,77 \$/h iken; GABES'in atmosfere saldığı egzoz gazının ekserjik akış maliyet oranı Tablo 8'e göre 20,16 \$/h'dir. Bu durum entegrasyon ve optimizasyon ile egzoz gazının enerjisinden ciddi şekilde faydalandığını göstermektedir.

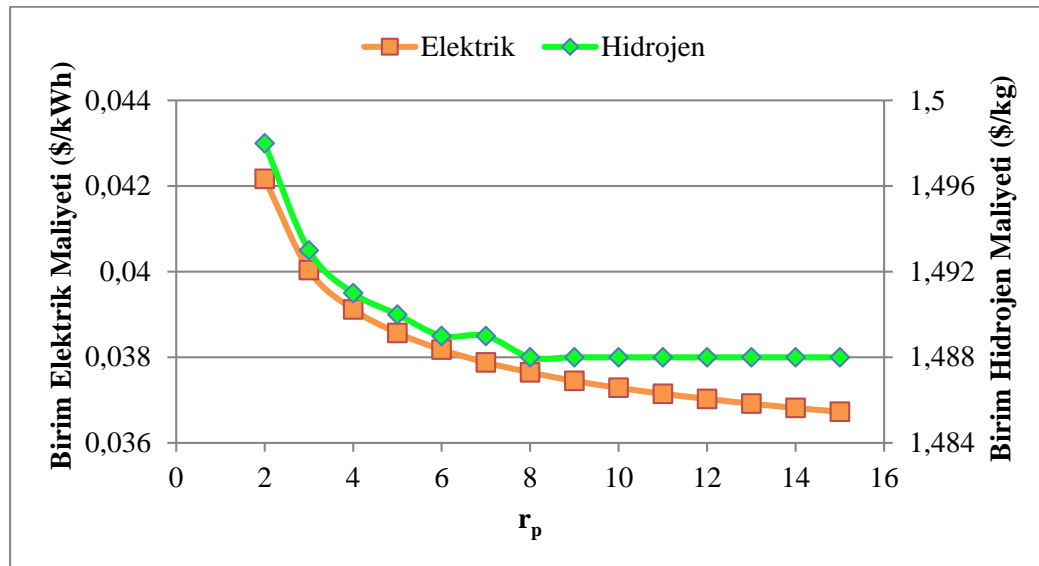
Tablo 8. GABES'in termoekonomik akış değerleri.

Durum	c(\$/kJ)	$\dot{E}_x(kW)$	$\dot{C}(\$/h)$
1	0	0	0
2	0,00001226	2309	101,9
3	0,000009484	15219	519,6
4	0,000009484	6650	227,1

5	0,000009484	5634	192,4
6	0,000009484	590,5	20,16
7	0,0000055	63,67	1,261
8	0,00001138	876,7	35,92
9	0,00001463	972,3	51,22
10	0,0000055	47,11	0,9328
11	0,00004651	36,06	6,039
12	0,00004651	20,8	3,483

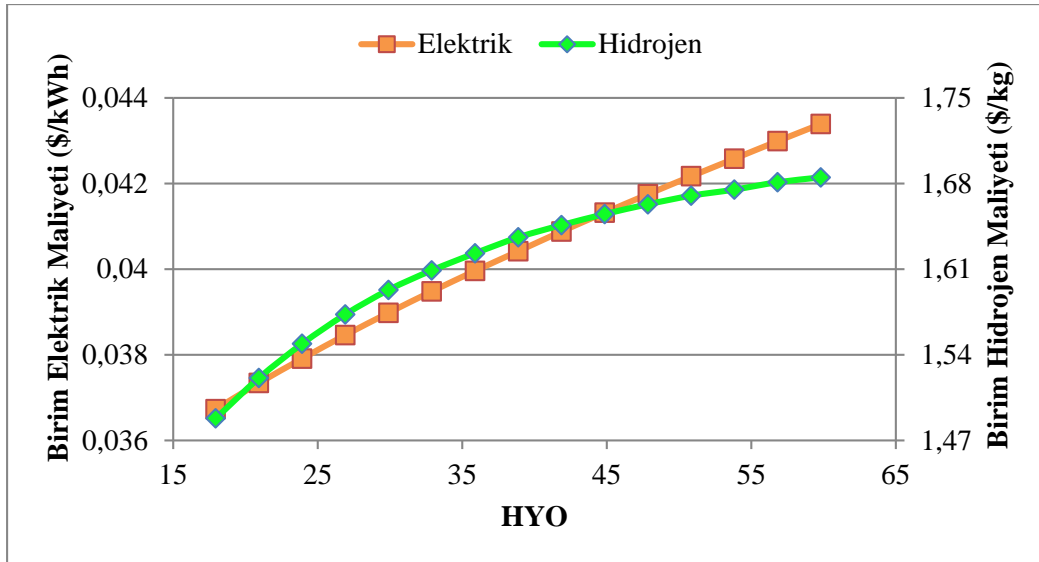
Optimizasyon Sonuçları

Şekil 3'te sıkıştırma oranının artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi görülmektedir. Sıkıştırma oranının artışıyla elektrik üretimi artmakta ve ekserjik kayıplar azalmaktadır. Kayıpların azalması ekserji verimliliğini artırmakta ve elektrik maliyeti düşmektedir. Buna ek olarak hidrojen sülfürün elektrolizinde daha ucuz elektriğin kullanımı ve ID1'de ki ekserjik kayıpların optimizasyon ile azaltılması hidrojen maliyetini de düşürmektedir.



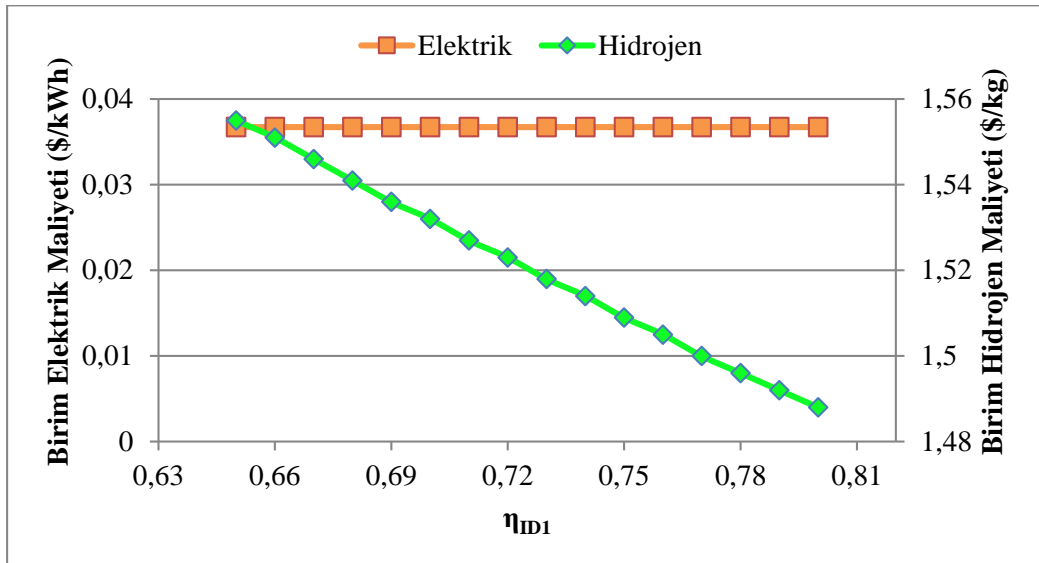
Şekil 3. Sıkıştırma oranının artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi.

Şekil 4'te HYO'nun artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi verilmiştir. Şekle göre HYO'nun artışı ile santralde ekserjik kayıplar artmaktadır. Özellikle kompresörden gelen hava miktarı arttıkça yanma odasındaki ekserjik yıkımlar ve türbinden çıkan egzoz gazının ekserjisi artmaktadır. Bu durum birim elektrik maliyetinin artmasına sebep olur. Dolayısıyla elektrolizde daha pahalı elektrik kullanımı hidrojen maliyetini artırmaktadır. Ayrıca artan HYO ile egzoz gazı sıcaklığı düştüğünden BMR ünitesine giden metan-su karışımının sıcaklığı da düşmekte, dolayısıyla BMR verimliliği düşmektedir. BMR verimliliğinin düşüşü hidrojen maliyetini de artırmaktadır.



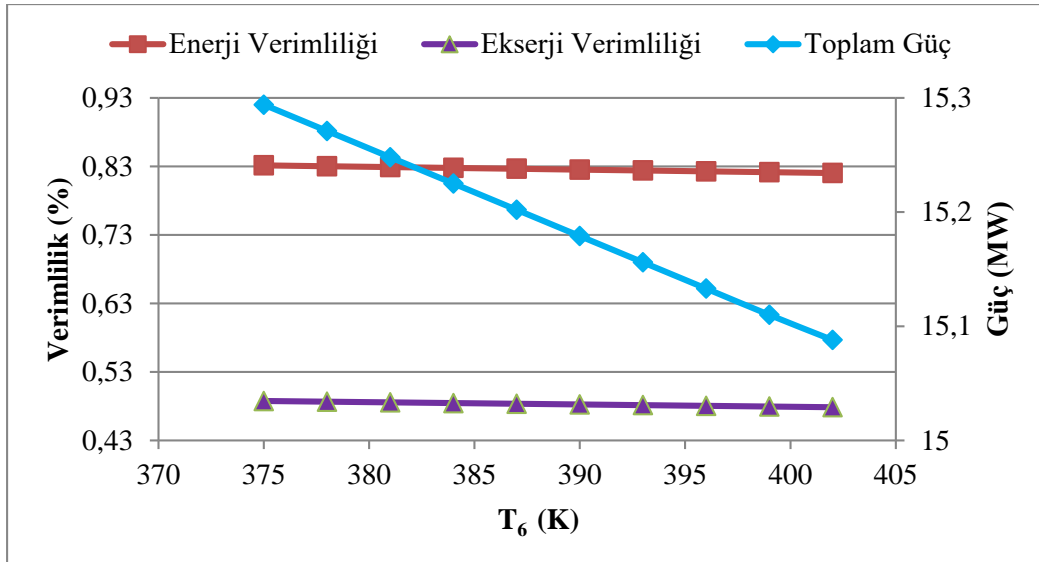
Şekil 4. HYO'nun artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi.

Şekil 5'te η_{ID1} 'in artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi verilmiştir. Şekle göre η_{ID1} 'in artışına rağmen birim elektrik maliyetinde değişim olmamıştır. Elektrik ID1'den önce türbinde üretildiğinden η_{ID1} 'in artışının birim elektrik maliyetine herhangi bir etkisi yoktur. Bununla birlikte η_{ID1} 'in artışı ID1'de egzoz gazından metan-su karışımına transfer edilen ısı miktarının artmasını sağlar. Bu sayede daha yüksek sıcaklıklara çıkan metan-su karışımı BMR ünitesinde daha verimli bir hidrojen üretimi sağlar ve hidrojen maliyeti düşer. Elektroliz ünitesine giden elektrik maliyetinde değişiklik olmadığından elektrolizle üretilen hidrojenin birim maliyetinde değişim olmaz.



Şekil 5. η_{ID1} 'in artışının birim elektrik ve hidrojen maliyetine etkisi.

Şekil 6'da T_6 'nın artışının toplam güç ve verimliliklere etkisi verilmiştir. Şekilde T_6 'nın artışının birim ürün maliyetlerine bir etkisi olmadığından optimizasyonunun santral performansı üzerine etkisi gösterilmiştir. T_6 sıcaklığı GABES'in atmosfere salınan egzoz gazı sıcaklığını temsil ettiğinden, sıcaklığın artması egzoz gazı enerjisinden faydalanılmadığı anlamına gelir. Bu yüzden sıcaklık arttıkça termodinamik performansta dikkat çekici seviyede olmasa da düşüş görülmektedir. Bununla birlikte T_6 'nın düşüşü çevreye verilen zararın da azaldığını göstermektedir.



Şekil 6. T₆'nın artışının toplam güç ve verimliliklere etkisi.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada tavuk gübresinden elde edilen biyogazla elektrik üretimi yapan ABES'te ekserjik kayıpları azaltarak ve atmosfere salınan egzoz gazından atık ısı geri kazanımı yaparak ucuz elektrik ve hidrojen üreten, enerji ve ekserji verimliliğini yüksek bir model önerilmiştir. Bunun için ABES'te atmosfere salınan egzoz gazı iki ısı değiştiricisinden geçirilmiş ve ID1'de BMR ünitesine giden metan-su karışımı, ID2'de ise santralin reaktörü ısıtılmaktadır. Entegrasyondan sonra santral EES'nin veritabanında yer alan beş farklı optimizasyon metodu ile çok boyutlu olarak optimize edilmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- ABES 4 MW elektrik gücünü %23,92 enerji verimliliği ve %17,54 ekserji verimliliğiyle üretmektedir. GABES ise toplam 15,29 MW gücünü %83,16 enerji verimliliği ve %48,75 ekserji verimliliği ile üretmektedir.

- ABES'te üretilen elektriğin birim maliyeti 0,04 \$/kWh iken, GABES'te optimizasyon sonucu ekserjik kayıpların azaltılmasıyla birlikte birim elektrik maliyeti 0,0367 \$/kWh'e düşmüştür.

- GABES'te ABES'ten farklı olarak temiz bir enerji kaynağı olan 1,488 \$/kg birim maliyet ile 0,1 kg/s hidrojen üretimi de yapılmaktadır. Üretilen bu hidrojen yeşil, mavi ve gri hidrojenin karışımıdır ve birçok sektörde kullanılabilir.

- Toplam ekserjik kayıp ABES'teki 15 MW iken, GABES'te entegrasyon ve optimizasyon ile 9,59 MW'a düşürülmüştür. Ekserjik kayıpların çoğunluğu ise yanma odasında meydana gelmektedir.

- Optimizasyon metotları içerisinde en kapsamlı optimizasyonu yapan ve bağımsız parametre sınırlarını en iyi değerlendiren metot Genetic metot olmuştur.

- ABES'te yüksek enerji içeriğine sahip olduğundan atmosfere 1512 K sıcaklığında egzoz gazı salınmakta ve atmosfer sıcaklığını artırarak çevreye ciddi zarar vermektedir. GABES ile atmosfere 375 K sıcaklığında egzoz gazı salınmakta ve egzoz gazının zararları önemli ölçüde azaltılmaktadır.

- Atık ısı geri kazanımı, atmosfere salınan ekserjik akış maliyet oranını da düşürmektedir. Dolayısıyla GABES ile santralin termoeconomik verimliliği de artmaktadır.

TERMİNOLOJİ

Kısaltmalar

ABES	Afyon Biyogaz Enerji Santrali
AETEM	Alan emisyon taramalı elektron mikroskobu
BBR	Buhar biyogaz reformasyonu

BMR	Biyogaz metan reformasyonu
DBD	Dielektrik bariyer deşarjı
GABES	Geliştirilmiş Afyon Biyogaz Enerji Santrali
HYO	Hava-yakıt oranı
ID	Isıl değer (kJ/kg)
ID1	Isı değiştiricisi 1
ID2	Isı değiştiricisi 2
KMR	Kuru metan reformasyonu
KOR	Kısmi oksidasyon reformasyonu
mL/gVS	Mililitre/gram uçucu katı madde
MR	Metan reformasyonu
LCOP	Seviyelendirilmiş ürün maliyeti (\$/kWh)
LNG	Sıvılaştırılmış doğal gaz
SPO	Sıcaklık programlı oksidasyon
TR	Tri reformasyon

Simgeler

c	Birim maliyet oranı (\$/kWh)
\dot{C}_k	Ekserji akışı maliyet oranı (\$/h)
CH ₄	Metan
C_k	Ekipman satın alma maliyeti (\$)
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
c_p	Sabit basınçta özgül ısı (kJ/kgK)
ex	Özgül ekserji (kJ/kg)
$\dot{E}x$	Exergy flow rate (kW)
Fe	Demir
h	Özgül entalpi (kJ/kg or kJ/mol)
H ₂	Hidrojen
H ₂ O	Su
H ₂ S	Hidrojen sülfür
i	Faiz oranı (%)
\dot{m}	Kütle akış oranı (kg/s)
n	Santral ömrü (yıl)
NH ₃	Amonyak
Ni	Nikel

\dot{Q}	Isıl güç (kW)
r_p	Basınç oranı
s	Özgül entropi (kJ/kgK)
S_2	Kükürt
SKF	Sermaye kazanım faktörü
T	Sıcaklık (K veya °C)
t	Operasyon süresi (saat)
\dot{W}	Güç (kW)
\dot{Z}_k	Toplam maliyet oranı (\$/s)
η_{enerji}	Enerji verimliliği (%)
$\eta_{ekserji}$	Ekserji verimliliği (%)
φ	İşletme ve bakım maliyeti düzeltme faktörü
Σ	Toplam sembolü
İndisler	
0	Ölü hal
1	İlk hal
2	Son hal
C	Soğuk akışkan
F	Yakıt
H	Sıcak akışkan
in	Giren
k	k'nıncı akış
out	Çıkan
P	Ürün

KAYNAKÇA

Afyon Biyogaz Elektrik Üretim Şirketi. (2016). Afyon-1 Biyogaz Elektrik Üretim Tesisi ÇED Raporu.

Al-Dahidi, S., Alrbai, M., Al-Ghussain, L. & Alahmer, A. (2024). Maximizing energy efficiency in wastewater treatment plants: A data-driven approach for waste heat recovery and an economic analysis using Organic Rankine Cycle and thermal energy storage. *Applied Energy*, 362, 123008.

Al-Fatesh, A. S., Patel, N., Srivastava, V. K., Osman, A. I., Rooney, D. W., Fakeeha, A. H., Abasaeed, A. E., Alotibi, M. F. & Kumar, R. (2025). Iron-promoted zirconia-alumina supported Ni catalyst for highly efficient and cost-effective hydrogen production via dry reforming of methane. *International Journal of Hydrogen*, 148, 274-282.

Aravindan, M. & Praveen Kumar, G. (2024). Optimizing Novel Green Hydrogen Production from Solar and Municipal Solid Waste: A Thermo-economic Investigation with Environmental Comparison between Integrated Low Temperature Power Cycles. *Process Safety and Environmental Protection*. Basım Aşamasında, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.03.085>.

Arslan, M. (2022). Afyonkarahisar'da Bir Biyogaz Enerji Tesisinin Termodinamik Modellemesi ve Termoekonomik Optimizasyonu. AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

- Babakouhi, R., Alavi, S. M., Rezaei, M., Jokar, F., Varbar, M. & Akbari, E. (2024). Hydrogen production through combined dry reforming and partial oxidation of methane over the Ni/Al₂O₃-CeO₂ catalysts. *International Journal of Hydrogen*, 60, 503-514.
- Bejan, A., Tsatsaronis, G., & Moran, M. J. (1995). *Thermal design and optimization*. John Wiley & Sons.
- Fu, B. R., Hsieh, J. C., Cheng, S. M. & Royandi, M. A. (2024). Thermo-economic analysis of a novel cogeneration system for cascade recovery of waste heat from exhaust flue gases. *Applied Thermal Engineering*, Basım aşamasında, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.123034>.
- Garcia-Villalva, R., Biset-Peiro, M., Alarcon, A., Bacariza, G., Murcia-Lopez, S. & Guilera, J. (2024). Comparison of methane reforming routes for hydrogen production using dielectric barrier discharge plasma-catalysis. *International Journal of Hydrogen*, 59, 1367-1375.
- Gholizadeh, T., Vajdi, M. & Mohammadkhani, F. (2019). Thermodynamic and thermo-economic analysis of basic and modified power generation systems fueled by biogas. *Energy Conversion and Management*, 181, 463-475.
- He, J., Han, N., Xia, M., Sun, T. & Ghaebi, H. (2023). Multi-objective optimization and exergoeconomic analysis of a multi-generation system based on biogas-steam reforming. *International Journal of Hydrogen*, 48, 21161-21175.
- Kumar, R., Kumar, A. & Pal, A. (2024). Simulation modelling of hydrogen production from steam reforming of methane and biogas. *Fuel*, 362, 130742.
- Lu, F., Pan, C., Zhu, H., Pan, F. & Wu, Q. (2022). Energy management strategy for a biogas plant in Anhui, China based on waste heat recovery and thermo-economic analysis. *Energy Conversion and Management*, 273, 116399.
- Mosaffa, A. H., Ghaffarpour, Z. & Farshi, L. G. (2019). Thermo-economic assessment of a novel integrated CHP system incorporating solar energy based biogas-steam reformer with methanol and hydrogen production. *Solar Energy*, 178, 1-16.
- Singh, D., Tembhare, M., Dikshit, A. K., Dangi, M. B. & Kumar, S. (2024). Technical and operational challenges in setting up a decentralized biogas plant: Opportunities and future perspective toward sustainable nation. *Process Safety and Environmental Protection*, 185, 392-407.
- Sinsuw, A. A. E., Chen, T. H., Dokmaingam, P., Suriandjo, H. S. & Chu, C. Y. (2024). Life cycle assessment of environmental impacts for two-stage anaerobic biogas plant between commercial and pilot scales. *International journal of hydrogen energy*, 52, 58-70.
- Song, Y., Ahmad, S. F., Houran, M. A., Agrawal, M. K., Nutakki, T. U. K., Siddiqui, M. R., Albani, A. & Su, Q. (2023). Multi-variable study of a novel multigeneration system using biogas separation unit and LNG cold energy utilization, producing electricity, cooling, heat, fresh water, liquid CO₂, biomethane, and methanol. *Process Safety and Environmental Protection*, 180, 616-638.
- Tamilselvan, R. & Selwynraj, A. I. (2024). Model development for biogas generation, purification and hydrogen production via steam methane reforming. *International Journal of Hydrogen*, 50, 211-225.
- Wang, D., Ali, M. A., Alizadeh, A., Singh, P. K., Almojil, S. F., Alali, A. F., Almoalimi, K. T. & Almohana, A. I. (2024). Thermo-economic appraisal of a novel power and hydrogen cogeneration plant with integration of biomass and geothermal energies. *International Journal of Hydrogen*, 52, 385-400.
- Wang, W., Tu, J., Xu, H., Qi, F., Tavasoli, M., & Su, Z. (2024a). Tow-sectional optimized thermodynamical cycle using different renewable energies including geothermal and biogas to produce stable productions. *Renewable Energy*, 220, 119617.
- Zolghadri, S., Kiani, M. R., Kamandi, R. & Rahimpour, M. R. (2024). Enhanced hydrogen production in steam methane reforming: Comparative analysis of industrial catalysts and process optimization. *Journal of the Energy Institute*, 113, 101541.

r-SMALL ELEMENTS IN LATTICES
KAFESLERDE r-KÜÇÜK ELEMANLAR

Narmin BAYAT

Ondokuz Mayıs University, Department of Mathematics, SAMSUN/TÜRKİYE

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8521-4205>

Celil NEBİYEV

*Assos. Prof. Dr., Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Department of Mathematics and
Science Education, SAMSUN/TÜRKİYE*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7992-7225>

ABSTRACT

In this work, every lattice is complete modular lattice with the smallest element 0 and the greatest element 1. Let L be a lattice, $x, y \in L$ and $x \leq y$. A sublattice $\{a \in L \mid x \leq a \leq y\}$ is called a quotient sublattice and denoted by y/x . Let L be a lattice and $a \in L$. If $x=1$ for every $x \in L$ such that $a \vee x=1$, then a is called a small (or superfluous) element of L and denoted by $a \ll L$. The meet of all maximal ($\neq 1$) elements of L is called the radical of L and denoted by $r(L)$. If L have no maximal ($\neq 1$) elements, then we call $r(L)=1$. Let L be a lattice and $a \in L$. If $a \ll L$, then $a \leq r(L)$. Let L be a lattice and $a \in L$. If $a \ll r(L)$, then a is called an r -small (or r -superfluous) element of L and denoted by $a \ll_r L$. It is clear that every r -small element is a small element. Because of this, r -small elements are more special than small elements.

Keywords: Lattice, Small Element, Radical, Supplemented Lattice.

ÖZET

Bu çalışmada her kafes en küçük elemanı 0 ve en büyük elemanı 1 olan bir tam modüler kafestir. L bir kafes, $x, y \in L$ ve $x \leq y$ olsun. L kafesinin $\{a \in L \mid x \leq a \leq y\}$ alt kafesine bir bölüm alt kafesi denir ve y/x ile ifade edilir. L bir kafes ve $a \in L$ olsun. Eğer $a \vee x=1$ olan her $x \in L$ için $x=1$ ise a elemanına L kafesinin bir küçük elemanı denir ve $a \ll L$ ile gösterilir. L kafesinin bütün maksimal ($\neq 1$) elemanlarının oluşturduğu kümenin en büyük alt sınırına L kafesinin radikali denir ve $r(L)$ ile gösterilir. Eğer L kafesinin hiçbir maksimal ($\neq 1$) elemanı yoksa $r(L)=1$ olarak tanımlanır. L bir kafes ve $a \in L$ olsun. Eğer $a \ll L$ ise $a \leq r(L)$ olur. L bir kafes ve $a \in L$ olsun. Eğer $a \ll_r L$ ise a elemanına L kafesinin bir r -küçük elemanı denir ve $a \ll_r L$ ile ifade edilir. Bu çalışmada bu elemanların bazı özellikleri incelenmiştir. Açık ki her r -küçük eleman bir küçük elemandır. Bundan dolayı r -küçük elemanlar küçük elemanlardan daha özel yapıdadır.

Anahtar kelimeler: Kafes, Küçük Eleman, Radikal, Tümlenmiş Kafes.

1. INTRODUCTION

In this paper, all lattices are complete modular lattices with the greatest element 1 and the smallest element 0. Let L be a lattice and $a, b \in L$ with $a \leq b$. A sublattice $\{x \in L \mid a \leq x \leq b\}$ is called a *quotient* sublattice and denoted by b/a . Let L be a lattice and $a, b \in L$. If $a \vee b=1$ and $a \wedge b=0$, then a is called a *complement* of b in L and denoted by $1=a \oplus b$ (here we also call a and b are *direct summands* of L). L is called a *complemented* lattice if every element of L has at least one complement in L . Let L be a lattice and $a \in L$. If $b=1$ for every $b \in L$ with $a \vee b=1$, then a is called a *small* (or *superfluous*) element of L and denoted by $a \ll L$. The meet of all maximal ($\neq 1$) elements of a lattice L is called the *radical* of L and denoted by $r(L)$. If L have no maximal ($\neq 1$) elements, then the radical of L is defined by $r(L)=1$. Let L be a lattice and $a \in L$. If $a \ll L$, then $a \leq r(L)$ holds. Let L be a lattice and $a, b \in L$. If a is minimal for

$1=b\vee a$, then a is called a *supplement* of b in L . a is a supplement of b in a lattice L if and only if $1=b\vee a$ and $b\wedge a\ll a/0$. A lattice L is said to be *supplemented* if every element of L has at least one supplement in L . L is said to be *hollow* if every element with distinct from 1 is small in L , and L is said to be *local* if L has the greatest element ($\neq 1$). We say an element $a \in L$ has *ample supplements* in L if for every $b \in L$ with $a\vee b=1$, a has a supplement x in L with $x \leq b$. L is said to be *amply supplemented* if every element of L has ample supplements in L . Let L be a lattice. It is defined β_* relation on the elements of L by $x\beta_*y$ with $x,y \in L$ if and only if for each $t \in L$ such that $x\vee t=1$ then $y\vee t=1$ and for each $k \in L$ such that $y\vee k=1$ then $x\vee k=1$. We say that an element y of L lies above an element x of L if $x \leq y$ and $y \ll 1/x$.

More informations about (amply) supplemented lattices are in (Alizade ve Toksoy, 2011), (Călugăreanu, 2000) and (Nebiyev, 2019). More results about (amply) supplemented modules are in (Clark ve diğerleri, 2006), (Nebiyev ve Pancar, 2013) and (Wisbauer, 1991). The definition of β_* relation on lattices and some properties of this relation are in (Nebiyev ve Ökten, 2017). This relation is a generalization of β^* relation on modules. The definition of β^* relation on modules and some properties of this relation are in (Birkenmeier ve diğerleri, 2010).

Lemma 1.1. Let L be a lattice and $a,b,c,d \in L$. Then the followings hold.

- (i) If $a \leq b$ and $b \ll L$, then $a \ll L$.
- (ii) Let $a \leq b$. If $a \ll L$ and $b \ll 1/a$, then $b \ll L$.
- (iii) If $a \ll b/0$, then $a \ll t/0$ for every $t \in L$ with $b \leq t$.
- (iv) Let $a \leq b$ and b be a supplement element in L . Then $a \ll b/0$ if and only if $a \ll L$.
- (v) If $a \ll b/0$, then $a\vee c \ll (b\vee c)/c$.
- (vi) If $a \ll L$, then $a\vee b \ll 1/b$.
- (vii) If $a \ll b/0$ and $c \ll d/0$, then $a\vee c \ll (b\vee d)/0$.
- (viii) If $a \ll L$ and $b \ll L$, then $a\vee b \ll L$.
- (ix) If $a \ll L$, then $a \leq r(L)$.

Proof. See (Călugăreanu, 2000).

2. r-SMALL ELEMENTS IN LATTICES

Definition 2.1. Let L be a lattice and $a \in L$. If $a \ll r(L)/0$, then a is called an r -small (or r -superfluous) element of L and denoted by $a \ll_r L$.

This concept is a generalization of an r -small submodule of any module. The definition of r -small submodules and some properties of these submodules are in (Nebiyev ve Ökten, 2022) and (Nebiyev ve Sökmez, 2022).

Proposition 2.2. Let L be a lattice and $a \in L$. If $a \ll_r L$, then $a \ll L$.

Proof. Since $a \ll_r L$, $a \ll r(L)/0$. Then by Lemma 1.1, $a \ll L$, as desired.

Proposition 2.3. Let L be a lattice, $a,b \in L$ and $a \leq b$. If $b \ll_r L$, then $a \ll L$.

Proof. Since $b \ll_r L$, by Proposition 2.2, $b \ll L$. Since $a \leq b$ and $b \ll L$, by Lemma 1.1, $a \ll L$, as desired.

Proposition 2.4. Let L be a lattice, $a,b \in L$ and $a \leq b$. If $a \ll_r L$ and $b \ll 1/a$, then $b \ll L$.

Proof. Since $a \ll_r L$, by Proposition 2.2, $a \ll L$. Since $a \ll L$ and $b \ll 1/a$, by Lemma 1.1, $b \ll L$, as desired.

Proposition 2.5. Let L be a lattice, $a,b \in L$ and $a \leq b$. If $a \ll L$ and $b \ll 1/a$, then $b \ll L$.

Proof. Since $b \ll 1/a$, by Proposition 2.2, $b \ll 1/a$. Since $a \ll L$ and $b \ll 1/a$, by Lemma 1.1, $b \ll L$, as desired.

Proposition 2.6. Let L be a lattice, $a,b \in L$ and $a \leq b$. If $a \ll_r b/0$, then $a \ll t/0$ for every $t \in L$ with $b \leq t$.

Proof. Since $a \ll_r b/0$, by Proposition 2.2, $a \ll b/0$. Then by Lemma 1.1, $a \ll t/0$ for every $t \in L$ with $b \leq t$.

Proposition 2.7. Let L be a lattice, $a, b \in L$ and $a \leq b$. If $a \ll_r L$ and b is a supplement element in L , then $a \ll L$.

Proof. Since $a \ll_r L$, by Proposition 2.2, $a \ll L$. Then by Lemma 1.1, $a \ll b/0$, as desired.

Proposition 2.8. Let L be a lattice, $a, b, c \in L$ and $a \leq b$. If $a \ll_r b/0$, then $a \vee c \ll (b \vee c)/c$.

Proof. Since $a \ll_r b/0$, by Proposition 2.2, $a \ll b/0$. Then by Lemma 1.1, $a \vee c \ll (b \vee c)/c$, as desired.

Proposition 2.9. Let L be a lattice and $a, b \in L$. If $a \ll_r L$, then $a \vee b \ll 1/b$.

Proof. Since $a \ll_r L$, by Proposition 2.2, $a \ll L$. Then by Lemma 1.1, $a \vee b \ll 1/b$.

Proposition 2.10. Let L be a lattice and $a, b, c, d \in L$. If $a \ll_r b/0$ and $c \ll_r d/0$, then $a \vee c \ll (b \vee d)/0$.

Proof. Since $a \ll_r b/0$ and $c \ll_r d/0$, by Proposition 2.2, $a \ll b/0$ and $c \ll d/0$. Then by Lemma 1.1, $a \vee c \ll (b \vee d)/0$, as desired.

CONCLUSION

r -small elements in lattices are more general than r -small submodules in modules.

KAYNAKLAR

Alizade, R., & Toksoy, E. (2011). Cofinitely Supplemented Modular Lattices. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 36, 919-923.

Clark, J., Lomp, C., Vanaja, N., & Wisbauer, R. (2006). *Lifting Modules Supplements and Projectivity In Module Theory*. *Frontiers in Mathematics*, Birkhauser, Basel.

Birkenmeier, G., Mutlu, F. T., Nebiyev, C., Sokmez, N., & Tercan, A. (2010). Goldie*-Supplemented Modules. *Glasgow Mathematical Journal*, 52A, 41--52.

Călugăreanu, G. (2000) *Lattice Concepts of Module Theory*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London.

Nebiyev, C. (2019). On Supplement Elements in Lattices. *Miskolc Mathematical Notes*, 20(1), 441-449.

Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2017). β_* Relation on Lattices. *Miskolc Mathematical Notes*, 18(2), 993-999.

Nebiyev, C., & Ökten, H. H. (2022). Some Properties of r -Small Submodules. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 15(3), 996-1001.

Nebiyev, C., & Pancar, A. (2013). On Supplement Submodules. *Ukrainian Mathematical Journal*, 65(7), 1071-1078.

Nebiyev, C., & Sökmez, N. (2022). Some Properties of r -Supplemented Modules. *Miskolc Mathematical Notes* (Accepted).

Wisbauer, R. (1991). *Foundations of Module and Ring Theory*. Gordon and Breach, Philadelphia.

**SERUM FOLATE LEVELS IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE
PATIENTS ADMITTED TO THE INTENSIVE CARE UNIT DUE TO ACUTE
RESPIRATORY FAILURE**

Türkay AKBAŞ

*Associate Professor, Düzce University, School of Medicine, Department of Internal Medicine,
Division of Intensive Care, Düzce, Türkiye.*

Orcid: 0000-0002-2150-6866.

BACKGROUND: Folate deficiency in critically ill patients has been reported between 2% and 19%, and an inverse correlation between folate status and disease severity has been demonstrated. The study aim was to define the rate of folate deficiency in critically ill chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients and to identify differences between patients with and without folate deficiency.

METHODS: The study included COPD patients who were admitted to the intensive care units (ICU) due to acute respiratory failure and required mechanical ventilation (MV) support between 1st January 2017 and 31st December 2023. Patients who had serum folate levels (SFLs) measured within the first 24 hours of admission were included. SFL ≤ 10 ng/mL was accepted as low.

RESULTS: One-hundred-ten patients with COPD exacerbation were admitted to the ICU during the study period. Fourteen patients were excluded due to absence of SFLs. Ninety-six patients were included (age 71.7 ± 9.3 year, male 56 [58.3%]). Sixty-five patients (67.7%) had low SFLs. Mean SFLs in patients with low and normal folate levels were 6.6 ± 2.0 and 17.4 ± 5.0 ng/mL, respectively. There were no differences between patients with and without low SFLs in terms of comorbidities, age, sex, home oxygen use, home noninvasive MV use, admission laboratory parameters, MV support, vasopressor infusion, renal replacement therapy, length of ICU and hospital stays, and ICU and hospital mortality rates. Patients with low SFLs had higher acute physiology and chronic health evaluation II (24.1 ± 7.4 vs 20.7 ± 6.5 , $p=0.027$), sequential organ failure assessment (6.1 ± 2.9 vs 4.9 ± 2.6 , $p=0.042$) and Glasgow coma scale (11.7 ± 3.6 vs 13.5 ± 2.9 , $p=0.017$) scores, and higher serum lactate levels (1.8 ± 1.1 vs 1.3 ± 0.5 , $p=0.010$) than patients with normal SFLs.

CONCLUSION: More than half of COPD patients with acute respiratory failures have low SFLs on admission to the ICU. COPD patients with low SFLs have higher disease severity indexes than patients with normal SFLs.

Keywords: Critical illness, folate level, APACHE II score, SOFA score, COPD

KEDİ VE KÖPEKLERDE PERİOPERATİF AĞRI YÖNETİMİ: PREVENTİF ANALJEZİ
PERIOPERATIVE PAIN MANAGEMENT IN CATS AND DOGS: PREVENTIVE
ANALGESIA

Eylem BEKTAŞ BİLGİÇ

*Araştırma Görevlisi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye*

ORCID ID: 0000-0002-2745-9511

ÖZET

Veteriner hekimlikte, ağrı yönetimi hatta hayvanların ağrıyı hissedip hissetmediklerine yönelik şüpheler uzun yıllar tartışma konusu olmuş ve olası yan etkiler nedeniyle analjezik kullanımından kaçınılmıştır. Ancak son 20-30 yıl içerisinde hayvanlardaki ağrıya yönelik yaklaşımın değiştiği ve geliştiği görülmektedir. Özellikle ağrının değerlendirilmesi ve ağrı yönetimine yönelik çalışmalar, analjezik ilaçların daha yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Özellikle postoperatif ağrının tedavisi amacıyla perioperatif ağrı yönetiminde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında preemptif analjezi, multimodal analjezi ve preventif analjezi bulunmaktadır. Preemptif analjezi; cerrahi ensizyon ya da doku hasarı öncesi analjezik uygulanmasıdır. Farklı yollarla analjezi sağlayan birden fazla analjezik ve adjuvantın birlikte kullanılması ise multimodal analjezi olarak tanımlanır. Preventif analjezi, preemptif ve multimodal analjezi yöntemlerini kapsayan daha geniş bir kavramdır. Preventif analjezi ağrılı uyarıcıların preoperatif, peroperatif ve postoperatif dönemde azaltılması ya da ortadan kaldırılması olarak tanımlanır. Böylece, analjezik etki, ilk ağrılı uyarandan önce başlayıp postoperatif dönemin sonuna kadar aralık bırakmaksızın devam eder. Preventif analjezide, intraoperatif ve postoperatif noksiyus uyarılardan kaynaklanan sensitizasyonun minimum seviyeye indirilmesi amaçlanır. Nonsteroid antiinflatuar ilaçlar, N-metil D-aspartat antagonistleri ve lokal anestezipler Perioperatif dönemde etkinliği kanıtlanmış ilaçlar arasında yer alır. Analjezik ilaçlar başta tür, ırk, yaş ve eşlik eden hastalıklar olmak üzere yapılacak işlemin süresine ve oluşacak ağrının şiddetine göre seçilir. Lokal anesteziplerin ve lokal anestezi tekniklerinin bu yöntemin bir parçası olması preventif analjeziyi diğer yöntemlerden daha üstün kılmaktadır. Günümüzde yaygınlaşan opioidsiz analjezi uygulamaları, preventif analjezi yönteminin önemini artırmıştır. Birçok araştırma preventif analjezi yönteminin klinik uygulamada güvenli ve etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kedi, Köpek, Perioperatif Ağrı Yönetimi, Preventif Analjezi

ABSTRACT

In veterinary medicine, pain management and even doubts about whether animals feel pain have been a matter of debate for many years and the use of analgesics was avoided due to possible side effects. However, it seems that the approach towards pain in animals has changed and developed in the last 20-30 years. In particular, studies on pain assessment and pain management have enabled the more widespread use of analgesic drugs. Various methods have been developed for perioperative pain management, especially for the treatment of postoperative pain. These methods include preemptive analgesia, multimodal analgesia and preventive analgesia. Preemptive analgesia is the administration of analgesics before surgical incision or tissue damage. The use of multiple analgesics and adjuvants that provide analgesia through different pathways is defined as multimodal analgesia. Preventive analgesia is a broader concept that includes both preemptive and multimodal analgesia methods. Preventive analgesia is defined as the reduction or elimination of painful stimuli in the preoperative, peroperative and postoperative periods. Thus, the analgesic effect begins before the first painful stimulus and continues without interruption until the end of the postoperative period. In preventive analgesia, the aim is to minimize sensitization caused by intraoperative and postoperative noxious

stimuli. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs, N-methyl D-aspartate antagonists and local anesthetics are among the drugs with proven effectiveness in the perioperative period. Analgesic drugs are selected according to race, age, coexist diseases, the duration of the procedure and the severity of pain that will occur. The fact that local anesthetics and local anesthesia techniques are a part of this method makes preventive analgesia superior to other methods. Opioid-free analgesia practices, which have become widespread today, have increased the importance of the preventive analgesia method. Many studies show that the preventive analgesia method is safe and effective in clinical practice.

Keywords: Cat, Dog, Perioperative Pain Management, Preventive Analgesia

STARCH MODIFIED AESO BIOPOLYMER FILMS

Selma ÇUHADAR

Selcuk University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, Konya, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6652-0549>

Ülkü SOYDAL

Assoc. Prof. Dr. Selcuk University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, Konya, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8894-3940>

ABSTRACT

Starches are a very attractive low-cost polymer for biodegradable polymers due to their low material cost and ability to be processed with conventional plastic processing equipment. On the other hand, various mixtures and composites have been developed in the last two decades to overcome the weaknesses of pure starch-based materials such as low mechanical properties and moisture sensitivity.

It is known that different species of the aloe vera plant are used as antiseptic, wound, and burn healers. In recent years, adding aloe vera gel to renewable films has been seen as a way to extend the shelf life of different fruits and vegetables, studies have been conducted on this subject and positive results have been obtained. In this study, starch, a natural polymer, was modified into acrylated epoxidized soybean oil, a biobased polymer, to obtain a new matrix with better mechanical properties. Biofilms were formed by adding different amounts of aloe vera gel to this matrix structure. The mechanical properties, water vapor permeability, and water sorption properties of the obtained films were examined. In addition, FT-IR spectra were used to determine the possible interactions of functional groups in the produced films, and the morphology of the films was characterized by scanning electron microscopy (SEM). In the study, AESO's matrix prepared with 20% starch by mass was chosen as the best ratio in terms of its mechanical properties. When 10% aloe vera was added to this matrix, the tensile strength of 0.2101 MPa and the tensile elongation of 67.29% were observed.

Keywords: Aloe vera gel, Biobased film, Starch.

**TURMERIC FARMERS AND THEIR MASS MEDIA EXPOSURE LEVEL IN
DHARMAPURI DISTRICT OF TAMIL NADU IN INDIA**

Arunkumar R

C. Dhivya

*Research Scholar (Agricultural Extension Education), Tamil Nadu Agricultural University,
Coimbatore, Tamil Nadu, India.*

ABSTRACT

Turmeric is scientifically called as *Curcuma longa* and belongs to the family Zingiberaceae. The word 'turmeric' is derived from the latin word "*terra merita*" that means 'meritorious earth' refers to the color of turmeric. Mass media exposure is the degree to which the utilization of mass media sources such as radio, newspaper, exhibition, agricultural films and agricultural magazines to get the information by the turmeric farmers. Tamil Nadu ranks second in both production and area under turmeric cultivation among all the states in India. The principal turmeric producing districts in Tamil Nadu are Erode, Dharmapuri, Villupuram, Salem and Namakkal. The present investigation was done in Pappireddipatti taluk of Dharmapuri district. It ranks second in area and production in the state after Erode district. The major turmeric cultivating areas in Dharmapuri are Pappireddipatti, Harur, Nallampalli, Karimangalam, Dharmapuri, Palacode and Pennagaram. Major turmeric producing villages are Venkatasamuthiram, Menasi, Molayanur, A.Pallipatti, Bommidi and Devarajapalayam. So, these six villages were selected for this investigation. Sample size of 120 turmeric farmers were considered sufficient for the study. This study revealed that that nearly fifty per cent of the respondents (52.50 per cent) had medium level of mass media exposure followed by low level (30.83 per cent) of mass media exposure. Only 16.67 per cent of the respondents had high level of mass media exposure. This may due to the medium level knowledge and usage of mass media sources like television, mobile phones by the respondents.

Keywords: Mass media exposure, Turmeric Farmers, Medium level, Dharmapuri and Tamil Nadu.

RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ İDRAK FƏALLIĞININ ARTIRILMASINDA MƏSƏLƏ HƏLLİNİN ROLU

İradə MƏMMƏDOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti. Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0005-9264-7593

XÜLASƏ

Müasir təhsilin qarşısında duran əsas məsələ təlim prosesini sürətləndirməyi tələb edir. Bunun üçün isə şagirdlərin məntiqi təfəkkürünü inkişaf etdirmək lazımdır. İstənilən elmin əsasını idrak nəzəriyyəsi təşkil edir. İdrak – şagirdlərin yeni bilik əldə etməsi prosesi, əvvəllər məlum olmayanın kəşfi deməkdir. Bilik əldə etmənin əsasında bir sıra idrak prosesi, təfəkkür əməliyyatları durur.

Təfəkkür hadisənin inkişafının müəyyən mərhələsi əsasında formalaşır. Əgər bilik yoxdursa, təfəkkürün inkişafı üçün əsasda yoxdur. Təfəkkür prosesi və onun nəticəsi qarşılıqlı əlaqədədir. Praktikada təfəkkür ayrıca psixi proses kimi mövcud deyil. O, bütün idrak proseslərində görünməz olaraq iştirak edir.

Əsasən daha çox riyaziyyat dərslərində şagirdlərin təfəkkür prosesinin inkişafı üçün şərait yaranır. Riyaziyyat təliminin başlıca məqsədlərindən biri öyrənmələrin müstəqilliyinin, məntiqi təfəkkürünün və təfəkkür fəaliyyətinin formalaşdırılmasıdır. Bu məqsədlərə çatmağın əsası isə ibtidai siniflərdə oxuyarkən qoyulur.

Riyaziyyatın öyrənilməsi prosesində məsələ həlli aparıcı fəaliyyət növüdür. Məsələ həlli şagirdlərdə əsas riyazi bilik, bacarıq və vərdislərin formalaşmasında ən vacib vasitədir. Məsələ həlli nəzəri təfəkkürün inkişafına, formalaşmasına kömək edir. Məsələ və misal həlli məntiqlə əlaqələndiriləndə isə şagirdlərin idrak fəallığı artır. Məqalədə riyaziyyat dərslərində məsələ həlli təfəkkürün inkişafına necə səbəb olmasından danışılır.

Açar sözlər: Təhsil, idrak, təfəkkür, şagird, məsələ.

ABSTRACT

The main issue facing modern education requires speeding up the learning process. For this, it is necessary to develop the logical thinking of students. Cognitive theory is the basis of any science. Cognition is the process by which students acquire new knowledge, the discovery of what was previously unknown. Knowledge acquisition is based on a number of cognitive processes, thinking operations. Thinking is formed on the basis of a certain stage of development of the event. If there is no knowledge, there is no basis for the development of thinking. The process of thinking and its result are interrelated.

In practice, thinking does not exist as a separate mental process. It is invisibly involved in all cognitive processes. Basically, more mathematics lessons create conditions for the development of students' thinking process.

One of the main goals of mathematics education is the formation of students' independence, logical thinking and thinking activity. The basis for achieving these goals is laid while studying in primary classes. Problem solving is the leading activity in the process of learning mathematics. Problem solving is the most important tool in the formation of basic mathematical knowledge, skills and habits in students. Problem solving helps the development

and formation of theoretical thinking. When problem and example solutions are connected with logic, students' cognitive activity increases. The article talks about how problem solving in mathematics lessons leads to the development of thinking.

Key words: Education, cognition, thinking, student, issue.

GİRİŞ

Dövlətin qüdrətli olması üçün onun iqtisadiyyatı, hərbi gücü, sosial durumu, mədəniyyəti dünyanın inkişafetmiş ölkələri səviyyəsində olmalıdır. Buna nail olmaq üçün birinci növbədə həmin ölkənin təhsil sisteminin yüksək səviyyədə olması çox mühümdür, çünki, hər bir ölkənin iqtisadi inkişafı onun elm və təhsil sahələrinin inkişafından, təhsilin səviyyəsindən asılıdır [8, s. 209 – 212].

Təhsil insanın sistemləşdirilmiş bilik, bacarıq və vərdişlərin qazanılmasına, əqlin və hisslərin inkişaf etdirilməsinə, dünyagörüşünün və idrak proseslərinin yönəldilmiş məqsədyönlü proses və nəticədir. Savadlı o adamdır ki, müxtəlif fakt və hadisələrin araşdırılması ideyasına, prinsip və metodlarına yiyələnmiş olsun, öyrəndiklərini tətbiq etməkdə yüksək qabiliyyət və bacarıq nümayiş etdirə bilsin. Bu prosesi ancaq yüksək bilik əldə edənlər, tez və düzgün dərk etməyi bacaranlar, yüksək anlayış və hisslərə malik olanlar həyata keçirə bilirlər [9, s. 245 – 250].

İndiki dövüdə Azərbaycan təhsilinin əsas məqsədlərindən biri dünyanın təhsil səviyyələrinə çıxmaq, inkişafetmiş ölkələrin təcrübəsindən istifadə edərək daha mükəmməl bir sistem yaradaraq, yüksək nəliyyətlər əldə etməkdir. Bu gün ölkənin təhsil sistemində əsas diqqət təhsilin məzmununun modernləşdirilməsinə yetirilir. Bu isə, ilk növbədə təhsil alanların intellektual baxımdan potensial imkanlarının artırılması üçün əlverişli şəraitin yaradılmasını nəzərdə tutur. Təhsil fasiləsiz və dinamik proses olduğundan onun qarşısında duran məqsəd və vəzifələr də daim dəyişir. Təhsilin qarşısında duran ən mühüm vəzifələrdən biri də təhsil alanların təfəkkür tərzini inkişaf etdirməkdir. İntellektli insan müasir dövüdə ən mühüm strateji vasitəyə çevrilib. Yeni qurulan təhsildə idraki inkişafın parametrlərini nəzərə almaq, ona imkan və şərait yaratmaq, yaddaş məktəbindən təfəkkür məktəbinə keçmək isə əsas məqsəd hesab olunur [7, s. 90 – 92].

Müasir təhsilin qarşısında duran əsas məqsədlərdən biri təlim prosesini sürətləndirməyi, intensivləşdirməyi tələb edir. Deməli, ilk növbədə şagirdlərin məntiqi təfəkkürünü inkişaf etdirmək lazımdır. İnkişafetdirici təlimdə əsas faktor – şagirdlərin tədris fəaliyyətidir. Tədris fəaliyyəti əqli və praktik əməliyyatlar sistemidir [5, s. 404 – 405].

İDRAK FƏALLIĞININ ARTIRILMASI, TƏFƏKKÜRÜN İNKİŞAFI

İstənilən elmin, o cümlədən fənlərin tədris metodikasının metodoloji əsasını idrak nəzəriyyəsi təşkil edir. Bu nəzəriyyə idraka dialektik inkişaf prosesi kimi baxır. İdrak – şagirdlərin yeni bilik əldə etməsi prosesi, əvvəllər məlum olmayanın kəşfi deməkdir. İdrakın mühüm nailiyyətləri şagirdin həmin prosesdə fəal rolu ilə əldə edilir. İdrak fəallığının artırılması dedikdə şagirdlərin təlimə aktiv münasibətlərinin elə təzahür forması, elə fəaliyyəti nəzərə alınır ki, orada şagird könüllü olaraq bütün qüvvə və qabiliyyətlərini səfərbər edir, böyük məsuliyyət hissi ilə və intensiv surətdə işləməklə verilən təlim tapşırıqlarını müəyyən edilən vaxt ərzində yerinə yetirir [3, s. 86 – 90].

Təfəkkür hadisənin inkişafının müəyyən mərhələsi əsasında formalaşır. O, hafizənin məzmununun zənginləşməyindən və məzmunundan istifadə etmək bacarığından asılıdır. Hafizə və təfəkkür arasında əkslik mövcuddur. 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 əlaqədədir. Əqli fəaliyyətin nəticəsi olan anlayış təfəkkür prosesinin önünə daxil olub, onun sonrakı gedişini şərtləndirir. Bu zaman uşağın təfəkkürü özünün təcrübəsi əsasında topladığı, bilik və əməliyyatlar sistemini əldə etmək yolu ilə inkişaf edir[3, s.86 – 90].

Məktəblilərin təlim fəaliyyətində təfəkkürün böyük əhəmiyyəti vardır. Çünki, fəaliyyətin hər bir növü müəyyən sualın, problemin, fikri və ya əməli məsələnin həllini tələb edir. Buna görə də təfəkkür hər bir fəaliyyətin planlaşdırılması və yerinə yetirilməsi üçün zəruridir. Aydın ki, təfəkkür olmadan şagirdlər heç bir təlim materialını dərinlən 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 [3, s.86 – 90].

Psixologiyada təfəkkür gerçək aləmin əşya və hadisələrinin insan şüurunda ümumiləmiş və birbaşa olmayan inikası kimi xarakterizə olunan idrak fəaliyyəti prosesi hesab edilir. Praktikada təfəkkür ayrıca psixi proses kimi mövcud deyil. O, bütün idrak proseslərində görünməz olaraq iştirak edir.

Z.R.Dekarta görə təfəkkür üç səviyyədə ibarət struktura malikdir: intuisiya, düşüncə, ağıl. Təfəkkürün digər psixoloji proseslərdən əsaslı fərqi onun həmişə problem - situasiya ilə bağlı olmasıdır [1, s.52 – 54]. Hər bir idrak fəaliyyəti hissetmə və qavrayışla bağlıdır, sonra isə təfəkkürə keçir. Bu, əvvəlcə təsəvvür, sonra isə anlayış səviyyəsində baş verir. 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 forması; 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[3, s.86 – 90].

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 dərstdə, təlim prosesində inkişaf edib formalaşır[4, s.111 – 115]. 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. Təzibolunmaz faktır ki, daha çox riyaziyyat dərslərində şagirdlərin təfəkkür prosesinin inkişafı üçün şərait yaranır.

İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ RİYAZİYYAT DƏRSLƏRİNDƏ MƏSƏLƏ HƏLLİNİN ƏHƏMİYYƏTİ

Riyaziyyat bəşəri bir elm olaraq bütün sahələrdə gərəkli, bütün insanlar üçün faydalı bir elmdir. Riyaziyyat bütün elmlərin tacıdır – demişdilər[4, s.111 – 115]. Heç bir elm sahəsi düşüncəli və məntiqli bir şəxsiyyətin yetişdirilməsində riyaziyyatın imkanları ilə rəqabət apara bilməz. Məşhur fransız 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 Ğ.Kant isə riyaziyyat haqqında belə bir maraqlı fikir söyləmişdir: — Hər hansı bir elmdə nə qədər riyaziyyat varsa, o qədər də həqiqət var.

Məlum olduğu kimi, riyaziyyat təliminin başlıca məqsədlərindən biri öyrənmələrin müstəqilliyinin, məntiqi təfəkkürünün və təfəkkür fəaliyyətinin formalaşdırılmasıdır.

Bu məqsədlərə çatmağın əsası isə 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 dərkətmə rolunu oynayır. Məsələ həlli şagirdlərdə əsas riyazi bilik, bacarıq və vərdişlərin formalaşmasında ən vacib vasitədir və riyaziyyatın öyrənilməsi prosesində aparıcı fəaliyyət növüdür [6, s.60 – 62]. 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 [5, 404 – 405].

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, görülmə 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 fiqurla və s.) əvəz etmək lazımdır [2, s.27 – 28].

Məsələ və misal həlli məntiqlə əlaqələndiriləndə isə şagirdlərin idrak fəallığı artır. Odur ki, müəllim dərstdə müxtəlif təlim üsullarından, formalarından istifadə edərək uşaqları düşünməyə və tədqiqat aparmağa istiqamətləndirməlidir. Məsələ anlayışının formalaşdırılması, məsələnin məzmunu və quruluşunun şagirdlər tərəfindən şüurlu mənimsənilməsi riyaziyyat dərslərinin vacib şərtlərindən biridir. Məsələ həlli müstəqil təfəkkür növlərindən biri olduğu üçün şagirdlərdə məntiqi düşünmə bacarığını, onların intellektual səviyyəsini inkişaf etdirmək məqsədilə riyaziyyat dərslərinin tədrisi zamanı məntiqi məsələlərdən istifadə edilir. Düşündürücü çalışmalar inkişafedici xarakterli olub, məntiqi və kombinator xassəli çalışmalarını da özündə cəmləşdirir. Düşündürücü məsələ həll edərkən idrak fəallığının artırılmasına sanki stimül verir. Bu stimül məsələnin tam həll zamanı məqsədə çevrilir. Çünki, verilmiş məsələnin həllində şagird bütün mövcud şəraiti təhlil edir və rəşional həll üsulunu tapır. Çətinliyi artırılmış və ya düşündürücü məsələlərin həllində bir çox metodlardan istifadə edilir. İstifadə olunan metodlardan biri də analiz və sintez metodudur. Bu metodlardan istifadə etdikdə şagird məsələni tam təhlil etmiş olur ki, bu da idrak fəallığının artmasına stimül yaradır. 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.

NƏTİCƏ

Müxtəlif siniflərin riyaziyyat kursunda çalışmalar sisteminə müəyyən pedaqoji, elmi tələblər irəli sürülür. Məsələlərin məzmunu etibarilə həyatla əlaqələndirilməsi digər məqsədlə yanaşı, tərbiyə məqsədinin də reallaşdırılmasına xidmət edir: vətənin tarix ilə, abidələri ilə, görkəmli şəxsiyyətləri ilə, zəngin təbiəti, faydalı yeraltı və yerüstü sərvətləri ilə fəxr etmək və s. Məhz məsələ həlli vasitəsilə şagirdlərdə riyaziyyata maraq yaratmaq, onları yaradıcı fəaliyyətə cəlb etmək mümkündür. Bunun üçün seçilən məsələlər ilk növbədə həyatdan götürülməli, düşündürücü olmalı və şagirddən yaradıcı fəaliyyət tələb etməlidir [2, s.27 – 28].

Beləliklə, riyaziyyat təlimi prosesində müntəzəm olaraq praktiki və məntiqi məzmunlu məsələlərin nəzərdən keçirilməsi riyaziyyat təliminin həyatla əlaqələndirilməsinin formalaşmasına və təfəkkürün inkişafına səbəb olar.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Əsgərova J.H., İnkişafetdirici təlim sistemində təfəkkür əməliyyatlarının yeri və rolu. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu tərəfindən keçirilmiş “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” III Respublika Elmi Konfransının Materialları. (15-16 dekabr 2016 -cı il). Sumqayıt, 2016, səh.52-54.
2. Fərmanlı Ü.İ., Məktəb riyaziyyat kursunda məsələ həllinin rolu və yaranan problemlər. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Sumqayıt Dövlət Universiteti. Magistrantların XXI Respublika Elmi Konfransının Materialları (17-18 may 2021-ci il), Sumqayıt, 2021, səh.27-28.
3. Heydərova M.N., Məsələ həlli vasitəsilə ibtidai sinif şagirdlərinin idrak fəaliyyətinin artırılması yolları. Sumqayıt Dövlət Universiteti. Eimi Xəbərlər. Sosial və Humanitar Elmlər Bölməsi. Sumqayıt, Cild14, №4, 2018, səh.86-90.
4. Həsənova L., Riyaziyyat müəlliminin hazırlığında riyazi təfəkkür və pedaqoji funksiyalar. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Azərbaycan Təhsil İnstitutunun Elmi Əsərləri, Bakı, Cild84, №6, 2017, səh.111-115.
5. Hüseyinov H., Nəbiyev İ., Riyaziyyatın tədrisi prosesinin səmərəliliyinin artırılması haqqında. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Bakı Biznes Universiteti. “Azərbaycanda ali təhsilin beynəlmilləşdirilməsi və rəqəbətliliyinin yüksəldilməsi istiqamətləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi – Praktiki Konfransın Materialları. (2-3 May, 2019-cu il). Bakı, 2019, səh.404-405.
6. Qasimov R., Mamedov T., Mətnli məsələlərin həllinin öyrənilməsi metodikası. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Lənkəran Dövlət Universiteti. “İnformasiya, Elm, Texnologiya və Universitet Perspektivləri” mövzusunda Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların Onlayn Respublika Elmi Konfransının Materialları (18 dekabr 2020 –ci il). Lənkəran, 2020, səh.60-62.
7. Qasımova G.İ., İbtidai siniflərdə riyaziyyat təlimində axtarış və ənənəvi metodlardan istifadə. Sumqayıt Dövlət Universiteti. Eimi Xəbərlər. Sosial və Humanitar Elmlər Bölməsi. Sumqayıt, Cild14, №3, 2018, səh.90-92.
8. Məmmədov T., Orucova G., Təhsilin keyfiyyətinə təsir edən amillər. Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi Əsərlər. Naxçıvan. 2019, №1(98). səh.209-212.
9. Süleymanova E., Şəxsiyyətin təşəkkülü və inkişafında fasiləsiz təhsilin rolu. Naxçıvan Dövlət Universiteti. Elmi Əsərlər. Naxçıvan. 2018, №3. səh.245-250.

KÖK GELİŞİMİNİ TAMAMLAMAMIŞ NONVİTAL DIŞLERİN TEDAVİ YÖNETİMİ
TREATMENT MANAGEMENT OF NONVITAL TEETH WITH INCOMPLETE ROOT
FORMATION

Büşra YÜKSEL

Araştırma Görevlisi, Trakya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği, Edirne, TÜRKİYE.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4081-823X>

ÖZET

Daimi dişler ağız içerisine sürdükten sonra kök gelişimlerinin tamamlanarak kök uçlarının kapanması için yaklaşık 3 yıllık bir süreç gerekmektedir. Bu süreçte yetersiz ağız hijyeni nedeniyle oluşan çürükler, pulpa odasının geniş olması nedeniyle hızla ilerleyerek, pulpa dokusunda inflamasyon gelişmesine, vitalite kaybına ve bunun sonucunda da kök gelişiminin durmasına neden olabilmektedir. Benzer şekilde kök uçları açık bu dişlerde, şiddetli travmalar karşısında da vitalite kayıplarının gözlenmesi mümkündür. Söz konusu durumlarda kök kanal tedavisi gerekmektedir. Ancak, bu dişlerde kök kanal duvarlarının ince olması ve apeksin geniş olması kök kanal tedavisini zorlaştırmaktadır. Başarılı bir kök kanal tedavisi için kök kanallarının üç boyutlu olarak tamamen tıkanması gereklidir ki bu da kök ucunun tamamen kapandığı koşullarda mümkündür. Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde apikal bölgede kalsifiye tıkaç oluşumu aracılığıyla apikal kapanmayı hedefleyen apeksifikasyon tedavileri ve bu dişlerde kan dolaşımının yeniden tesis edilmesiyle ideal bir kök kalınlığı ve doğal bir apikal kapanma sağlamayı amaçlayan revaskülarizasyon tedavileri en sık kullanılan tekniklerdir. Apeksifikasyon tedavisinin başarıları pek çok araştırma tarafından doğrulanmış olmasına rağmen, dişin kalan yapısı ve ince dentin duvarları gibi faktörler nedeniyle kırılma riski klinik bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir. Bu dezavantajlar sebebiyle rejeneratif endodontik prosedürlerin önemini artmaktadır. Son yıllarda, bu alana olan ilgi artmış olsa da, tedavinin prognozunu ve başarısını değerlendiren klinik ve histolojik çalışmalarda henüz ortak bir sonuca ulaşamamıştır.

Anahtar Kelimeler: revaskülarizasyon, apeksifikasyon, kök gelişimini tamamlamamış diş

ABSTRACT

It takes approximately 3 years for root development to be completed and for the closure of root apices after the permanent teeth have erupted into the oral cavity. If decay occurs during this time, it can rapidly progress due to the wide pulp chamber, leading to inflammation in the pulp tissue, loss of vitality, and consequently cessation of root development. Similarly, in teeth with open apices, severe trauma can also result in loss of vitality. In such cases, root canal treatment is required. However, the thin root canal walls and wide apex in these teeth make root canal treatment difficult. For a successful root canal treatment, the root canals must be completely occluded in three dimensions, which is only possible if the root tip is completely closed. The most commonly used techniques are apexification treatments, which aim to achieve apical closure through the formation of a calcified plug in the apical region in teeth with incomplete root development, and revascularisation treatments, which aim to provide an ideal root thickness and a natural apical closure by restoring blood circulation in these teeth. Although the success of apexification treatment has been confirmed by many studies, the risk of fracture remains a clinical concern due to factors such as the remaining structure of the tooth and thin dentin walls. Due to these disadvantages, the importance of regenerative endodontic procedures is increasing. Although interest in this field has increased in recent years, clinical and histologic studies evaluating the prognosis and success of treatment have not yet reached a common conclusion.

Keywords: revascularization, apexification, immature root development

**TÜRK STAJYER HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN TIBBİ CİHAZLARA BAĞLI BASINÇ
YARALANMASI BİLGİSİ**

**MEDICAL DEVICE-RELATED PRESSURE INJURY KNOWLEDGE OF TURKISH
INTERNSHIP NURSING STUDENTS**

Ülkü GÜNEŞ

Prof, Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Esasları A.D. İzmir, Türkiye Cumhuriyeti

<https://orcid.org/0000-0001-8104-5603>

Esengül TOPAL ÇOLAK

*Doctoral Candidate, Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Esasları A.D. İzmir, Türkiye
Cumhuriyeti*

<https://orcid.org/0000-0002-3003-7061>

ÖZET

Amaç: Tıbbi cihazlarla ilişkili basınç yaralanmalarının önemini anlamak, hasta bakımı ve güvenliğinde hayati bir rol oynadığı için hemşirelik öğrencileri için çok önemlidir. Bu araştırma, intörn hemşirelik öğrencilerinin tıbbi cihazlarla ilişkili basınç yaralanmalarına ilişkin bilgi düzeylerini değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Yöntemler: Şubat-Mayıs 2023 tarihleri arasında 214 intörn hemşirelik öğrencisini kapsayan tanımlayıcı ve kesitsel bir çalışma yapılmıştır. Veriler, Öğrenci Bilgi Formu ve Tıbbi Cihazla İlişkili Basınç Yaralanmaları Bilgi Anketi kullanılarak çevrimiçi bir anket aracılığıyla toplandı.

Bulgular: Tıbbi Cihazla İlişkili Basınç Yaralanmaları Bilgi Anketi puan ortalaması 13.09 ± 4.58 'dir. En yüksek puanlar "Önleme ve tedavi" alt boyutundan alınırken, en düşük puanlar "Evreleme" alt boyutunda gözlenmiştir. Öğrencilerin sadece %40,7'si tıbbi cihazlara bağlı basınç yaralanmaları hakkında genel bilgiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Sonuç: Çalışma, intörn hemşirelik öğrencilerinin tıbbi cihaz ilişkili basınç yaralanmalarına ilişkin bilgi düzeylerinin önemli ölçüde yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, intörn hemşirelik öğrencileri arasında belirlenen bilgi boşluklarını kapatmak için MDRPI'lara adanmış spesifik modüller dahil edilerek müfredatın geliştirilmesine odaklanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi cihazla ilişkili basınç yaralanması, hemşirelik öğrencisi, bilgi

ABSTRACT

Aim: Understanding the importance of medical device-related pressure injuries is crucial for nursing students as it plays a vital role in patient care and safety. This research aimed to assess the knowledge levels of intern nursing students regarding medical device-related pressure injuries.

Methods: A descriptive and cross-sectional study involving 214 intern nursing students was conducted between February and May 2023. The data were collected through an online survey using the Student Information Form and the Medical Device-Related Pressure Injuries Knowledge Questionnaire.

Results: The mean score for the Medical Device-Related Pressure Injuries Knowledge Questionnaire was 13.09 ± 4.58 . The highest scores were obtained in the "Prevention and treatment" sub-dimension, while the lowest scores were observed in the "Staging" sub-dimension. Only 40.7% of the students claimed to have general knowledge about medical device-related pressure injuries.

Conclusion: The study reveals that the knowledge level of intern nursing students regarding medical device-related pressure injuries is significantly inadequate. Therefore, it is recommended that efforts should focus on enhancing the curriculum by incorporating specific modules dedicated to MDRPIs to bridge the identified knowledge gaps among intern nursing students.

Keywords: Medical device related pressure injury, nursing student, knowledge

1. Introduction

Today, the widespread utilization of medical devices plays a crucial role in treating various diseases and facilitating patient care services and follow-ups. However, it's well-established that these devices can also contribute to the occurrence of pressure injuries (Javaid et al., 2023; Devi et al., 2023). Unlike immobilization-related pressure injuries, medical device-related pressure injuries (MDRPIs) specifically manifest around or beneath medical devices, often taking on the shape of these devices (Badnjevic, 2023). The impact of MDRPIs has garnered increasing attention due to its adverse effects on patients' quality of life and the strain it places on healthcare personnel, leading to workforce challenges (Brophy et al., 2021; Behnammoghadam et al., 2020). Prevalence studies investigating MDRPIs have reported a wide range, spanning from 1.7% to 86% (Kayser et al., 2018; Rashvand et al., 2020).

In the global literature, the predominant focus of studies on medical device related pressure injuries has centered on assessing the knowledge levels of practicing nurses (Etbay and Kelebek, 2022; Khojastehfar et al. 2020). However, no studies investigating the knowledge of nursing students regarding MDRPIs have been found in the literature. Recognizing the pivotal role that nursing students play in healthcare, it becomes imperative to ensure they possess comprehensive knowledge and skills related to MDRPIs as they embark on their professional journeys. Equipping nursing students with the necessary competencies enables them to effectively and accurately implement preventative measures and provide optimal care for patients with MDRPIs (Parvizi et al., 2023; Dang et al., 2022). Thus, it becomes paramount to evaluate the existing knowledge base of nursing students in Turkiye concerning MDRPIs before they graduate (Fu et al., 2023) . The outcomes of this study are anticipated to serve as a valuable guide for nursing educators in Turkiye, facilitating the refinement of curricula to address knowledge gaps and enhance the preparedness of future nursing professionals. Graduates armed with sufficient knowledge and skills in MDRPIs prevention and management will significantly contribute to the overall reduction of MDRPIs incidence, positively impacting patient care outcomes in the Turkish healthcare landscape.

1.1. Aim

This study aimed to evaluate the depth of comprehension among nursing internship students in Turkiye regarding medical device-related pressure injuries. Aligned with this objective, the study aimed to address the following inquiry: To what extent is the knowledge level of nursing internship students adequate for the prevention of MDRPIs?

2. Material and method

2.1. Study design and setting

The research was conducted within the nursing program of a faculty in Turkiye during the 2022-2023 academic year. In total, 300 students enrolled in a four-year undergraduate nursing program were included in the study, and specifically, intern students in their fourth year were incorporated into the research. The inclusion criterion was voluntary participation in the study. Adhering to these criteria, a total of 232 students out of 300 participated in the study.

2.2. Data collection

The research data were acquired through the dissemination of an online data collection link, created using Google Forms, to the participating nursing students. The information was collected utilizing both the Student Information Form and the Medical Device-Related Pressure Injuries Knowledge Questionnaire as comprehensive data collection tools.

2.2.1. Student Information Form

The researcher-developed personal information form includes six questions about students' age, gender, educational level, and their knowledge about medical device related pressure injuries. The content validity of the information form was rigorously assessed by five academic experts specializing in the field of PIs, and no recommended changes were made based on their evaluations. Following expert opinions, a pilot study involving 10 intern students was conducted to assess the comprehensibility of the questions. The pilot study results indicated that no further suggestions were needed for the questionnaire statements. Consequently, no modifications were made, and it was decided to administer the same form to the larger sample. Since no alterations were introduced to the form, the participants from the pilot study were seamlessly integrated into the main study.

2.2.2. Medical Device-Related Pressure Injuries Knowledge Test (MDRPI-KT)

Sönmez and Bahar developed the MDRPI-KT in 2022 (Sönmez and Bahar, 2022). The 36-item test, consisting of 20 positive and 16 negative items, was structured in four sub-dimensions: Description (9 items), Risk Factors (8 items), Staging (3 items), and Prevention and Treatment (16 items). Respondents are required to answer each statement as "true," "false," or "no idea." Scoring is based on a system where each "true" answer is awarded 1 point, while "false" and "no idea" responses receive 0 points. The total score achievable from the Information Form ranges from 0 to 36 points. A higher mean score from the form signifies an increased knowledge level among nurses regarding MDRPIs.

The accuracy percentage in the survey is computed by summing the number of correct answers, dividing this by the total number of questions, and then multiplying by 100. A passing threshold of 70% correct responses (equivalent to 25.2 points) is established. The classification criteria are as follows: less than 70%: Fail; between 70% and 79.9%: pass at a fair level; between 80% and 89.9% (28.8 to 32.4 points): pass at a good level; higher than 90% (over 32.4 points): pass at a very good level.

2.3. Data analysis

The research data were analyzed using the SPSS 22.0 software (IBM Corp, Armonk, NY). The normal distribution of the data was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Descriptive statistics, including frequency and percentage, mean, and standard deviation, were computed.

2.4. Ethical Considerations

To ensure the ethical integrity of the research, approval was obtained from the Ethics Committee of a university, dated 29/12/2022, under the reference number 1760.

3. Results

A total of 300 students, 232 of whom volunteered to participate in the study, representing a response rate of 77%. Eighteen questionnaires were excluded due to missing data. The final sample size was 214 (71.3%). Eighty-five percent (80.8%) of the students are female, with an average age of 23.5 ± 2.21 . Approximately 13.6% claim to have knowledge about MDRPIs from sources other than the curriculum. A significant majority (76.6%) have experience in caring for patients with MDRPIs in clinical practice. Regarding the belief in having sufficient knowledge about the prevention/treatment of MDRPIs, 40.7% express confidence. A notable majority (67.9%) express interest in participating in training on the prevention/treatment of MDRPIs (Table 1).

Table 1. Intern nursing students' sociodemographic characteristics (n = 214).

Characteristics	
Age (Meant±SD)	23.5±2.21
Gender	N (%)
Male	41 (%19.2)
Female	173 (%80.8)
Knowledge of MDRPIs from other sources than the curriculum	
Yes	29 (%13.6)
No	185 (%86.4)
Experience of caring for in clinical practice	
Yes	164 (%76.6)
No	50 (%23.4)
Do you believe you have sufficient knowledge regarding the prevention/treatment of MDRPIs?	
Yes	88 (40.7%)
No	126 (59.3)
Would you like to participate in training on the prevention/treatment of MDRPIs?	
Yes	
No	145 (67.9%) 79 (32.1%)

The average total score for students on the MDRPI-KQ was determined to be 13.09 ± 4.58 . The mean score in the Description sub-dimension was 3.03 ± 1.34 , the mean score in the Risk Factors sub-dimension was 3.28 ± 0.50 , the mean score in the Staging sub-dimension was 1.33 ± 0.61 , and the mean score in the Prevention and Treatment sub-dimension was 5.45 ± 2.13 (Table 2).

Table 2. MDRPI knowledge questionnaire mean scores of intern nursing students

	Mean ± SD	Median (min-max)	Correct answer percentage
Description score (9 items)	3.03±1.34	3 (0-9)	58.7%
Risk factors score (8 items)	3.28±0.50	3 (0-8)	58.8%
Staging score (3 items)	1.33±0.61	1 (0-3)	55.6%
Prevention and Treatment (16 items)	5.45±2.13	6 (0-15)	65.1%
Total score (36 items)	13.09±4.58	23 (0-32)	59.5%

4. Discussion

The literature review revealed that there has been extensive examination of the knowledge levels of nursing students regarding pressure injuries, with all studies related to MDRPI conducted exclusively

on registered nurses. Interestingly, there has been no study assessing the knowledge levels of nursing students specifically on MDRPI. Therefore, our results have been compared with the findings of studies conducted on nurses.

The results revealed a significant deficiency in students' understanding of this topic ($59.5\%/13.09 \pm 4.58$), falling below the accepted threshold ($\geq 70\%$) for MDRPI. Our results were similar to those of previous reports (Etbay and Kelebek, 2022; Sönmez and Bahar, 2022; Li et al., 2023). Nevertheless, our findings contrasted with Zhang's results, where a knowledge score of 82.87% (149.14 ± 24.62) for MDRPI was reported among ICU nurses (Zhang et al., 2021). This discrepancy could be attributed to variations in survey tools, items, and scoring methods employed in the studies. In our study, it is observed that the students' description scores are well below the average (58.7%). The majority of students (84.1%) defining MDRPIs as simple wounds that would not cause serious complications, underscores the severity of the knowledge gap on this subject.

The expression of a significant majority of students (78%) stating that MDRPIs are usually observed in areas with bony prominences, frequently in the sacrum, and that there is no difference in the appearance between general pressure injuries and MDRPIs, indicates that students are not yet aware of the distinction between pressure injuries due to immobilization and MDRPIs. A study on this topic concluded that 20% of nurses had no idea about MDRPIs and did not think that every medical device could cause MDRPIs (Karadag et al., 2017). Another qualitative study found that while some nurses had the ability to identify devices that could cause MDRPIs, others were unaware of situations that could cause pressure injuries (Tan et al., 2020).

Effectively preventing medical device-related pressure injuries is possible when healthcare personnel are aware of the risk factors associated with these injuries and integrate this knowledge into their daily practices (Fu et al., 2023). However, according to our study findings, students (58.8%) and, as per other research findings, nurses lack the desired level of knowledge regarding the risk factors for MDRPIs (Etbay and Kelebek, 2022; Sönmez and Bahar, 2022; Li et al., 2023).

The lowest percentage of correct responses, with a rate of 55.6%, was observed in the 'Staging' dimension, which is consistent with both Sönmez et al.'s (41.6%) (Sönmez and Bahar, 2022) and Fu et al.'s (55.6%) results (Fu et al., 2023). These findings indicate a lack of knowledge regarding the staging of MDRPIs among both nurses and intern students. The statement in the study's 'Staging' theme, Item 2, 'In medical device-related pressure injuries, if a medical device causes pressure injury on the mucosa, staging is done using the International Pressure Ulcer Classification System,' is similar to the results of previous studies. The rate of Item 2 in the 'Staging' dimension is 50.3%, compared to 7.37% for Erbay Dalli et al. and 57.7% for Sönmez et al., and 20.3% for Fu et al. in China (Etbay and Kelebek, 2022; Sönmez and Bahar, 2022; Fu et al., 2023). In our results, it indicates a lack of knowledge among intern students regarding staging on the mucous membrane.

5. Conclusion and recommendations

This study stands as the initial exploration of medical device-related pressure injury knowledge among internship nursing students. The findings indicate that, overall, students' knowledge in this area is not at the desired level. The results highlight a lack of knowledge among internship nursing students about MDRPIs. Efforts should focus on curriculum enhancement, incorporating specific modules dedicated to MDRPIs to bridge the identified knowledge gaps among internship nursing students. Regular awareness programs and targeted training sessions are vital, offering evidence-based practices and staying abreast of recent developments in MDRPIs. Internship nurses need practical guidance and support for implementing preventive and treatment measures, emphasizing best practices in clinical settings. Encouraging research projects and innovations related to MDRPIs not only keeps students updated but also contributes to the overall knowledge base. Adopting these recommendations will significantly improve the understanding and practical skills of internship nursing students regarding MDRPIs.

REFERENCES

1. Badnjevic, A., 2023. Evidence-based maintenance of medical devices: Current shortage and pathway towards solution. *Technol. Health Care*, 31, 293-305. <https://doi.org/10.3233/THC-229005>.
2. Behnammoghadam M, Fereidouni Z, Keshavarz Rad M, Jahanfar A, Rafiei H, Kalal N., 2020. Nursing students' attitudes toward the medical device-related pressure ulcer in Iran. *Chron Wound Care Manag Res.*;7:37–42. <https://doi.org/10.2147/CWCMR.S264576>.
3. Brophy S, Moore Z, Patton D, Tom O, Avsar P.,2021. What is the incidence of medical device-related pressure injuries in adults within the acute hospital setting? A systematic review. *J Tissue Viability* ;30(4):489–98. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2021.03.002>.
4. Coyer, F., Cook, J. L., Doubrovsky, A., Vann, A., & McNamara, G., 2022. Exploring medical device-related pressure injuries in a single intensive care setting: a longitudinal point prevalence study. *Intensive and Critical Care Nursing*, 68, 103155.<http://doi.org/10.1016/j.iccn.2021.103155>.
5. Devi, D. H., Duraisamy, K., Armghan, A., Alsharari, M., Aliqab, K., Sorathiya, V., ... & Rashid, N., 2023. 5g technology in healthcare and wearable devices: A review. *Sensors*, 23(5), 2519. <https://doi.org/10.3390/s23052519>.
6. Dang, W., Liu, Y., Zhou, Q., Duan, Y., Gan, H., Wang, L., ... & Hu, A., 2022. Risk factors of medical device-related pressure injury in intensive care units. *Journal of Clinical Nursing*, 31(9-10), 1174-1183. <http://doi.org/10.1111/jocn.15974>.
7. Erbay Dalli Ö, Kelebek GN., 2022. Knowledge, perception and pre-vention performance of intensive care unit nurses about medical device-related pressure injuries. *J Clin Nurs.* ;31(11–12):1612-1619.13.<http://doi.org/10.1186/s13054>.
8. Fu, F., Zhang, L., Fang, J., Wang, X., & Wang, F., 2023. Knowledge of intensive care unit nurses about medical device-related pressure injury and analysis of influencing factors. *International Wound Journal*, 20(4), 1219-1228.<http://doi.org/10.1111/iwj.13981>.
9. Galetto, S. G. D. S., Nascimento, E. R. P. D., Hermida, P. M. V., Busanello, J., Malfussi, L. B. H. D., & Lazzari, D. D., 2021. Medical device-related pressure injury prevention in critically ill patients: nursing care. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 74.<http://doi.org/10.1590/0034>.
10. Gefen, A., Alves, P., Ciprandi, G., Coyer, F., Milne, C. T., Ousey, K., ... & Worsley, P., 2020. Device-related pressure ulcers: SECURE prevention. *Journal of wound care*, 29(Sup2a), S1-S52.<http://doi.org/10.12968/jowc.2020>.
11. Ghobadi-Larimi, Z., Takasi, P., Hosseini, S. J., & Firooz, M., 2023. A systematic review of nursing students' knowledge and related factors towards pressure ulcer prevention. *Journal of Nursing Reports in Clinical Practice*, 1(1), 23-29.
12. Hu, L., Sae-Sia, W., & Kitrungrrote, L., 2021. Intensive care nurses' knowledge, attitude, and practice of pressure injury prevention in China: A cross-sectional study. *Risk Management and Healthcare Policy*, 4257-4267. <http://doi.org/10.2147/RMHP>
13. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R., 2023. Sustaining the healthcare systems through the conceptual of biomedical engineering: A study with recent and future potentials. *Biomedical Technology*, 1, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.bmt.2022.11.004>
14. Jiang, L., Li, L., & Lommel, L., 2020. Nurses' knowledge, attitudes, and behaviours related to pressure injury prevention: A large-scale cross-sectional survey in mainland China. *Journal of Clinical Nursing*, 29(17-18), 3311-3324.<http://doi.org/10.1111/jocn.15358>
15. Karadag A, Han'önü SC, Eyikara E., 2017. A prospective, descriptive study to assess nursing staff perceptions of and interventions to prevent medical device-related pressure injury. *Ostomy/Wound Manag* ;63(10):34–41.
16. Kayser SA, VanGilder CA, Ayello EA, Lachenbruch C., 2018. Prevalence and analysis of medical device-related pressure injuries: results from the international pressure ulcer prevalence

survey. *Adv Skin Wound Care* ;31(6):276–85. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000532475.11971.aaZ>

17. Khojastehfar, S., Ghezeljeh, T. N., & Haghani, S., 2020. Factors related to knowledge, attitude, and practice of nurses in intensive care unit in the area of pressure ulcer prevention: A multicenter study. *Journal of Tissue Viability*, 29(2), 76-81. <http://doi.org.10.1016/j.jtv.2020.02.002>.

18. Li, J., Zhu, C., Liu, Y., Li, Z., Sun, X., Bai, Y., ... & Wu, X., 2023. Critical care nurses' knowledge, attitudes, and practices of pressure injury prevention in China: A multicentric cross-sectional survey. *International Wound Journal*, 20(2), 381-390. <https://doi.org/10.1111/iwj>.

19. Nan, R., Su, Y., Pei, J., Chen, H., He, L., Dou, X., & Nan, S., 2023. Characteristics and risk factors of nasal mucosal pressure injury in intensive care units. *Journal of Clinical Nursing*, 32(1-2), 346-356. <http://doi.org/10.1111/jocn.16193>.

20. Padula CA, Paradis H, Goodwin R, Lynch J, Hegerich-Bartula D., 2017. Revention of medical device–related pressure injuries associated with respiratory equipment use in a critical care unit. *J Wound, Ostomy Cont Nurs* ;44(2):138–41. <https://doi.org/10.1097/WON.0000000000000311>.

21. Parvizi, A., Haddadi, S., Mollaei, A., Ghorbani Vajargah, P., Takasi, P., Firooz, M., ... & Karkhah, S., 2023. A systematic review of nurses' knowledge and related factors towards the prevention of medical device-related pressure ulcers. *International Wound Journal*, 20(7):2843-2854. <http://doi.org/10.1111/iwj.14122>.

22. Rashvand, F., Shamekhi, L., Rafiei, H., & Nosrataghaei, M., 2020. Incidence and risk factors for medical device-related pressure ulcers: the first report in this regard in Iran. *International Wound Journal*, 17(2), 436-442.

<http://doi.org/10.1111/iwj.13290>

23. Saleh, M. Y., & Ibrahim, E. I. M., 2023. Prevalence, severity, and characteristics of medical device related pressure injuries in adult intensive care patients: A prospective observational study. *International Wound Journal*, 20(1), 109-119. <http://doi.org/10.1186/s13054>.

24. Sönmez M, Bahar A., 2022. Medical device-related pressure injuries: knowledge levels of nurses and factors affecting these. *J Tissue Viabil* ;31(2):231-238.14. <http://doi.org/10.1016/j.jtv.2022.01.006>.

25. Tan JJM, Cheng MTM, Hassan NB, He H, Wang W., 2020. Nurses' perception and experiences towards medical device-related pressure injuries: a qualitative study. *J Clin Nurs*;29(13–14):2455–65. <http://doi.org/10.1111/jocn.15262>

26. Tayyib N, Asiri MY, Danic S, Sahi SL, Lasafin J, Generale LF, et al., 2021. The effectiveness of the skincare bundle in preventing medical-device related pressure injuries in critical care units: a clinical trial. *Adv Skin Wound Care* ;34(2):75–80. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000725184.13678.80>.

27. Zhang YB, He L, Gou L, et al., 2021. Knowledge, attitude, and practice of nurses in intensive care unit on preventing medical-device-related pressure injury: a cross-sectional study in western China. *Int Wound J* ;18(6):777-786.

<http://doi.org/10.1111/iwj.13581>

**KASTRASYONA DİRENÇLİ PROSTAT KANSERİNDE KABAZİTAKSEL KULLANIMI:
TEK MERKEZ DENEYİMİ**

**USE OF CABAZITAXEL IN CASTRATION-RESISTANT PROSTATE CANCER: A SINGLE
CENTER EXPERIENCE**

Dr. Ali OĞUL

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği, Adana,
Türkiye*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4886-7060>

Dr. Ali Alper SOLMAZ

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği, Adana,
Türkiye*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4696-1723>

ÖZET

Amaç: Metastatik kastrasyona dirençli prostat kanserinde dosetaksel ve kabazitaksel tedavi seçenekleri arasında olup ülkemizde halen kabazitaksel birinci basamakta tercih edilmemektedir. Bu çalışma ile merkezimize ait kastrasyona dirençli metastatik prostat kanserinde kabazitaksel kullanımına ilişkin verilerin paylaşılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu çalışmaya 18 yaşından büyük metastatik kastrasyona dirençli prostat kanseri tanısı almış, ikinci bir malignitesi olmayan, metastatik hastalığı için kabazitaksel kullanımı mevcut olan hastalar dahil edilmiştir. Hastalara ait demografik veriler ve sağ kalımları hesaplamak için gerekli veriler hastane bilgi işlem sisteminden elde edilmiştir.

Sonuçlar: Çalışmaya toplam 26 hasta dahil edildi. Ortalama yaş 72 yıldır. Hastaların %88.5'inin (n:23) gleason skoru 7 ve üzeriydi. Hastaların tanı anında %76.9'unda (n:20) de-novo metastatik hastalık mevcuttu. %4.3 (n:11) hastanın tanı anında hem kemik hem de visseral organ metastazı mevcuttu. Hastaların %80.8'i (n:21) kabazitaksel öncesi dosetaksel kullanmıştı. Hastaların %76.9'u (n:20) ölmüştü ve ortalama genel sağ kalım süresi 45.3 aydır. Kabazitaksel sonrası progresse olan hastaların ortalama progresyon süresi 11.6 aydır ve hastaların %88.5'i (n:23) kabazitaksel sonrası progresse olmuştur.

Tartışma: Kabazitaksel yüksek maliyetine rağmen özellikle yaşlı hastalarda dosetaksel göre daha az nötropeni riski yaratmaktadır. Bu nedenle benzer sağ kalım süreleri olsa da özellikle düşük hasta popülasyonunda birinci basamakta kullanımı ön planda olmalıdır. Çalışmamızda kabazitaksel sonrası sağ kalım süresi 11.6 ay olup mevcut literatür verilerine göre daha kısa olmasının sebebi kabazitakselin ikinci basama tedavi seçeneği olarak kullanılması ile ilişkili olduğu düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Prostat kanseri, Kabazitaksel, Dosetaksel

ABSTRACT

Aim: Docetaxel and cabazitaxel are among the treatment options for metastatic castration-resistant prostate cancer, but cabazitaxel is still not preferred in the first step in our country. This study aimed to share our center's data on the use of cabazitaxel in castration-resistant metastatic prostate cancer.

Material and Method: Patients older than 18 years who were diagnosed with metastatic castration-resistant prostate cancer, did not have a second malignancy, and were using cabazitaxel for their

metastatic disease were included in this study. The demographic data of the patients and the data necessary to calculate their survival were obtained from the hospital information technology system.

Results: A total of 26 patients were included in the study. The average age was 72 years. Gleason score of 88.5% (n:23) of the patients was 7 and above. 76.9% (n:20) of the patients had de-novo metastatic disease at the time of diagnosis. 4.3% (n:11) patients had both bone and visceral organ metastases at the time of diagnosis. 80.8% (n:21) of the patients used docetaxel before cabazitaxel. 76.9% (n:20) of the patients died and the average overall survival time was 45.3 months. The average progression time of patients who progressed after cabazitaxel was 11.6 months and 88.5% (n:23) of the patients progressed after cabazitaxel.

Discussion: Despite its high cost, cabazitaxel creates less risk of neutropenia than docetaxel, especially in elderly patients. For this reason, although they have similar survival times, their use in primary care should be prioritized, especially in the frail patient population. In our study, the survival time after cabazitaxel was 11.6 months, and the reason why it was shorter than the current literature data was thought to be related to the use of cabazitaxel as a second-line treatment option.

Key words: Prostate cancer, Cabazitaxel, Docetaxel

**UVEAL MELANOMLU HASTADA NIVOLUMAB TEDAVİSİNE BAĞLI PNÖMONİ: OLGU
SUNUMU VE LİTERATÜR TARAMASI**

**PNEUMONIA DUE TO NIVOLUMAB TREATMENT IN A PATIENT WITH UVEAL
MELANOMAS: A CASE REPORT AND LITERATURE REVIEW**

Dr. Ali OĞUL

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği,
Adana, Türkiye*

ORCID: 0000-0003-4886-7060

Dr. Ali Alper SOLMAZ

*Sağlık Bilimleri Üniversitesi Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği,
Adana, Türkiye*

0000-0003-4696-1723

ÖZET

Olgu: Sol gözde görme kaybı nedeniyle başvuran 47 yaşında kadın hastanın yapılan oküler muayenesinde uveada siyah kitlesel lezyon saptanıyor. Sol göz enokulasyonu sonrası patoloji raporu uveal malign melanomla uyumlu geliyor. Hastaya adjuvant tedavi olarak INF-alfa2a başlanıyor. Takibinde progresyon gelişen hastaya önce temozolamid ardından tekrar progresyon gelişmesi ve BRAFV600E mutasyonu saptanması üzerine hastaya dabrafenib-trametinib tedavisi başlanıyor. Takibinde tekrar progresyon gelişen hastaya ipilimumab-nivolumab ve ardından idame nivolumab olacak şekilde tedavisi devam ediliyor. Hasta tedavisinin 5. yılı içerisinde iken progressif olarak gelişen nefes darlığı tarifliyor. Çekilen toraks BT sonucunda pnomoni ile uyumlu infiltrate alanlar saptanıyor. Hastaya oral levofloksasin 500 mg/gün başlanıyor. Ateş ve balgamı olmayan hastaya göğüs hastalıklarının önerisi ile akciğer biopsisi yapılıyor. Biopsi sonucunda lenfosit hakimiyetinde enflamatuvar doku olarak raporlanıyor. Hastanın şikayetlerinin devam etmesi üzerine hastada nivolumab ilişkili pnomoni düşünülüyor ve nivolumaba ara veriliyor. Hastaya 1 mg/kg'dan metilprednizolon başlanıyor. İki hafta sonra şikayetleri tamamen gerileyen hastaya nivolumab tedavisi tekrar geri başlanıyor.

Tartışma: Pnomoni immünoterapinin az görülen ancak mortal seyredebilen bir yan etkisidir. İmmünoterapi esnasında pnomoni yaklaşık 3-20. aylar arasında olur. Semptomatik olduğu durumlarda iki ve daha yüksek derecelerde yan etki olarak değerlendirildiğinde ilaca ara verilerek glukokortikoidler kullanılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Uveal melanom, Nivolumab, Pnomoni

ABSTRACT

Case: In the ocular examination of a 47-year-old female patient who applied for vision loss in the left eye, a black mass lesion was detected in the uvea. The pathology report after left eye enucleation is compatible with uveal malignant melanoma. The patient is started on INF-alpha2a as adjuvant therapy. Following progression, the patient was first given temozolomide, then dabrafenib-trametinib treatment was started when progression developed again and BRAFV600E mutation was detected. The patient, who developed recurrence during follow-up, is treated with ipilimumab-nivolumab followed by maintenance nivolumab. The patient describes progressively developing shortness of breath during the 5th year of his treatment. As a result of thorax CT, infiltrated areas compatible with pneumonia are detected. The patient is started on oral levofloxacin 500 mg/day. A lung biopsy is performed on the patient who does not have fever and sputum, upon the recommendation of the pulmonology department. As a result of biopsy, it is reported as inflammatory tissue dominated by

lymphocytes. As the patient's complaints continue, nivolumab-related pneumonia is considered and nivolumab is discontinued. The patient is started on methylprednisolone at 1 mg/kg. Two weeks later, the patient's complaints completely resolved and nivolumab treatment was started again.

Discussion: Pneumonia is a rare but potentially fatal side effect of immunotherapy. Pneumonia during immunotherapy lasts approximately 3-20 days. It happens between months. In cases where it is symptomatic and considered as a grade two or higher side effect, the drug should be discontinued and glucocorticoids should be used.

Key words: Uveal melanoma, Nivolumab, Pneumonia

EFFECTS OF USING PLANT EXTRACTS IN EDIBLE FILM AND COATINGS

Dr. Tuba BÜYÜKSİRİT BEDİR

Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8615-4075>

ABSTRACT

Edible films and coatings are used in important applications in many areas, especially food packaging. Active compounds such as antimicrobials, antioxidants and tissue enhancers serve as carriers in the films. Microbiological stability, wettability, solubility, transparency, mechanical and sensory properties, water vapor and gas permeability are the most important properties that a coating must have. The increasing demand of consumers for environmentally friendly, sustainable and chemical-free foods has led to intensified research in edible films. However, biodegradable edible films and coatings generally prepared from polysaccharides, proteins and lipids or their combinations do not have the desired properties. Therefore, blending these biopolymers with plants has been encouraging for the production of a new material with desired properties. Plant extracts have been proven to have some effect on the film properties of the biopolymer due to their interaction with the active groups. It has been reported that adding plants to edible films and coatings improves properties such as thickness and water vapor permeability, thermal stability, water solubility, mechanical properties (tensile strength and coefficient of elongation at break), color (light transmittance, absorbance), biodegradability, thermal gravimetric analysis and differential scanning calorimetry, fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), scanning electron microscopy (SEM). Moreover, in many cases, the addition of natural plant extracts can impart antioxidant and/or antimicrobial properties to films and coatings, depending on both their composition and interaction with the polymer matrix, thus extending the shelf life of packaged food.

Keywords: Edible film, Plant extracts, Antioxidant, Antimicrobial

INTRODUCTION

Edible films and coatings are thin-layer materials formed on the surface of food or between food components in order to preserve the quality of foods and extend their shelf life. These films can be consumed with food and are obtained from natural, non-synthetic sources. In the production of these films, proteins, carbohydrates, polysaccharides and lipid-based compounds can be used alone or combined. Blending these biopolymers with plants encourages the development of desired properties in films. By adding plant extracts to edible films and coatings, the film properties that have a certain water permeability or gas (oxygen, carbon dioxide) permeability are improved, preventing food from losing water and protecting the food against microbiological and chemical spoilage by reducing oxygen permeability. These coatings also improve the sensory properties of the food by providing a brighter and smoother appearance on its surface. While they ensure a more reliable food production by improving the quality of the food, they also increase the economic efficiency of the packaging material. In addition, edible films and coatings pose important problems in food packaging made with plastics; It also reduces the risk of carcinogens and waste problems (Oğuzhan and Yangılar, 2016).

Physicochemical Properties

Film thickness is measured to determine the homogeneity of edible films and to determine their diversity of use as packaging. As the film thickness increases, the ability to protect the inside of the film against the outside increases, while its flexibility decreases (Silva et al., 2019). Tran et al. (2021) examined the effect of combined essential oils and natural plant extracts on the properties of composite seaweed hydrocolloid and gac pulp films. Within the scope of film characterization studies, it is stated that the film thickness increases with the addition of plant extract.

Determination of water vapor permeability in edible films and coatings demonstrates the effectiveness of protective barrier films against water vapor for the packaged material. High or low water vapor permeability causes different reactions to occur in the food it is coated with. High water vapor permeability may cause softening, agglomeration, melting, crystallization, and various chemical, enzymatic and microbiological deteriorations in the coated material. On the other hand, low water vapor permeability can lead to drying, hardening, disintegration of the coated material and concentration changes in the liquids in the food. In a study by Kalkan et al. (2020), it was determined that the water vapor permeability of methylcellulose films with rhubarb extract decreased as the amount of rhubarb extract in the films increased. It has been suggested that this situation may be due to the fiber content in the structure of the rhubarb plant.

In order to protect the food and prevent damage to the food, the packaging material must have good mechanical properties such as tensile strength and coefficient of elongation at break. In one study, starch-based films were prepared by adding gelatin and defatted soy protein into papaya puree. According to the data obtained, it was stated that while the tensile strength decreased in papaya puree starch-based films containing only soy, the elongation coefficient at break increased. It has been stated that the tensile strength increases in papaya puree starch-based films containing only gelatin. It has been stated that the tensile strength increases and the elongation coefficient at break decreases in papaya puree starch-based films containing both gelatin and defatted soy protein (Tulamandi et al., 2016). As a result, the cross-links in the structure of the films bind the protein molecules in the films together, which can increase the tensile strength of the films and reduce the coefficient of elongation at break.

In general, edible films should be colorless. In a study, it is stated that the main factor causing color change with the addition of essential oil is surface roughness. It has been stated that elements that cause roughness on the surface will cause the light sent to the surface to be reflected at different angles, thus making it appear more opaque and blurry. It has been stated that this problem can be overcome by using low concentrations of essential oil in film production (Kalkan, 2014).

The addition of plant extract affects the results of Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) analysis, which is used to determine the molecular structure, particle structure and presence of substances, as well as their organic layers. At the same time, surface roughness and changes made by substances on the surface are also analyzed with SEM. Thermal gravimetric analysis (TGA) is based on the study of the dynamic relationship between temperature and the mass of a system (polymer, mixture, etc.). Plant extracts added to films increase the thermal stability of the films, which is an important parameter for the development of heat-resistant packaging. Absorbance-Transmittance analysis of films is performed to determine whether they transmit light. Many foods deteriorate due to light exposure, which negatively affects their shelf life (Pekdoğan et al., 2024).

It is desired that the produced films cause less harm to the environment and therefore be biodegradable. In a study on biodegradability, which is an indicator of this, as a result of the 30-day biodegradability analysis of the films produced from starches obtained from 12 different plant species, it was determined that starch-based films showed degradation in the range of 90.03-99.35%. Additionally, it was determined that the weight loss rate of all starch-based films tested was higher than the weight loss rate of the cellulose film used as a control (Torres et al., 2011).

Antioxidant and Antimicrobial Properties

In the production of films, it is desired to increase their antioxidant properties by adding plant extracts. Thus, it is aimed to develop an active edible film that reduces the oxidation rate of food, controls its taste and nutritional value, and ultimately extends the shelf life of the food product. It is stated that the DPPH (2,2 diphenyl 1 picrylhydrazyl) radical scavenging activity of chitosan-based films with green tea extract increases depending on the extract concentration. Similarly, in the analysis of total phenolic substance, it was revealed that the addition of green tea extract to chitosan-based films increased the antioxidant property (Apriyantil et al., 2018). In a study in which it was aimed to improve the functionality of two pectin (PEC) edible films by adding olive leaf extract (OLE) or guava leaf extract (GLE), it was stated that DPPH radical scavenging activity increased significantly in those with added extract compared to the control (Sabbah et al., 2023).

Compounds that reduce and stop the activity of microorganisms that are harmful to health or spoil food are called antimicrobial substances. It is aimed to make films with antimicrobial character by adding plant extract to the films. As antimicrobial agents, edible essential oils can inhibit microbial growth and extend the shelf life of food. The antimicrobial activities of extracts obtained from lemon, orange, red apple and green apple peel residues were determined and the extract with the highest antimicrobial activity was used in edible films. It has been stated that the natural antimicrobial extract obtained from orange and lemon peels and edible films containing carrageenan, xanthan and carob have the highest activity. Then, the antimicrobial activity of the films was examined using the Disc Diffusion Method. When the zone diameters formed by edible films prepared from lemon and orange peel extracts were evaluated, it was determined that xanthan lemon, carrageenan orange, carrageenan lemon and carob lemon films had more antimicrobial properties (Kılınç et al., 2018).

CONCLUSION

The addition of plant extracts to edible films and coatings has been reported to improve physicochemical properties. Moreover, in many cases, the addition of natural plant extracts can impart antioxidant and/or antimicrobial properties to films and coatings, depending on both their composition and interaction with the polymer matrix, thus extending the shelf life of packaged food.

REFERENCES

- Apriyantil, D., Rokhati, N., Mawarni, N., Khoiriyah, Z., Istirokhatun, T. (2018). Edible coating from green tea extract and chitosan to preserve strawberry (*Fragaria vesca* L.). MATEC Web of Conferences 156, 0-1022.
- Oğuzhan, P.Y., Yangılar, F. (2016). Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(1), 27–35.
- Kalkan, S., Otağ, M.R., Engin, M. S. (2020). Physicochemical and bioactive properties of edible methylcellulose films containing *Rheum ribes* L. extract, Food Chemistry Dergisi, 3-28.
- Kalkan, S. (2014). Farklı antimikrobiyel maddeler içeren yenilebilir film kaplamaların Macar salamında kullanım olanakları ve *listeria innocua* inaktivasyonu üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 40- 42.
- Kılınç, B., Yalçın, H. T., Sürengil, G. (2018). Meyve Kabuklarının Gıdalar için Antimikrobiyal Madde ve Yenilebilir Film olarak Etkinliklerinin Belirlenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 8 (1) , 144-157.
- Pekdoğan E., Akkemik E., Hallaç B. (2024). Use of Herbal Extracts in Edible Film and Coatings. Journal of the Institute of Science and Technology, 14(1), 271-283.
- Sabbah, M., Al-Asmar, A., Younis, D., Al-Rimawi, F., Famiglietti, M., Mariniello, L. (2023). Production and Characterization of Active Pectin Films with Olive or Guava Leaf Extract Used as Soluble Sachets for Chicken Stock Powder. Coatings. 13(7), 1253.
- Silva, O. A., Pellá, M. G., Pellá, M. G., Caetano, J., Simões, M. R., Bittencourt, P. R., Dragunski, D. C. 2019. Synthesis and characterization of a low solubility edible film based on native cassava starch, International journal of biological macromolecules, 128, 290-296
- Torres, F. G., Troncoso, O. P., Torres, C., Díaz, D. A., Amaya, E. (2011). Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops, International Journal of Biological Macromolecules, 48(4), 603–606.
- Tran, T.T.B., Vu, B.N., Saifullah, M., Nguyen, M.H., Pristijono, P., Kirkman, T., Vuong, Q.V. (2021). Impact of Various Essential Oils and Plant Extracts on the Characterization of the Composite Seaweed Hydrocolloid and Gac Pulp (*Momordica cochinchinensis*) Edible Film. Processes , 9, 2038.
- Tulamandi, S., Rangarajan, V., Rizvi, S. H. S., Singhal, R. S., Chattopadhyay, R. K., Saha, N. C. (2016). A biodegradable and edible packaging film based on papaya puree, gelatin, and defatted soy protein. Food Packaging and Shelf Life 10, 60–71.

**SU KÜRÜ REJİMİNİN GEOPOLİMER BETONUNUN MEKANİK VE KIRILMA
KARAKTERİZASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**
**EFFECT OF WATER CURING REGIME ON THE MECHANICAL AND FRACTURE
CHARACTERIZATION OF GEOPOLYMER CONCRETE**

Dr. Öğr. Üyesi Hakan BAYRAK

Kafkas Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9441-2214>

ÖZET

Alüminosilikat kaynağı ve alkali çözeltiler arasındaki polimerizasyon sürecini hızlandırarak erken dayanım gelişimi elde etmek için geopolimer betonun ısıtılmasının gerekli olduğu iyi bilinmektedir. Bununla birlikte, taze geopolimer karışımının ısıtılması gerekliliği, çevreye faydalı betonun şantiyelerde geniş çapta uygulanmasını engelleyebilir. Isıtılmasının yüksek enerji gereksinimi, atmosfere karbondioksit salınımına da neden olur ve bu da geopolimer uygulamalarının amacıyla çelişir. Bu açıdan bakıldığında, su kürü geopolimer betonun kür rejimi için değerlendirilebilir. Bu çalışma, geopolimer betonların bazı mekanik ve kırılma özellikleri üzerindeki su kürü etkisini deneysel olarak araştırmaktadır. Bu amaçla, 100x100x400 mm³ boyutlarında oransal olarak aynı 5 adet numune üretilmiş ve kalıptan çıkarıldıktan sonra 40 °C'de 1, 3, 7, 14 ve 28 gün gibi farklı kürlenme rejimlerine maruz bırakılmıştır. Daha sonra çentikli prizmalara strok kontrollü yükleme altında üç nokta eğme testi uygulanmıştır. Çatlak gelişimlerinin yanı sıra yüzey deformasyonları da deney boyunca dijital görüntü korelasyon yöntemi kullanılarak kaydedilmiştir. Deneysel bulgular basınç gerilmesi, tepe yükü ve kırılma enerjisi açısından analiz edilmiştir. Buna göre, geopolimer betonun mekanik tepkisinin su kürü süresi ile iyileştirildiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Su kürü, geopolimer beton, eğilme testi, kırılma değerlendirmesi, dijital görüntü korelasyonu.

ABSTRACT

It is well-known that the heat curing of geopolymer concrete is required to gain early strength development by accelerating the polymerization process between the aluminosilicate source and alkaline solutions. However, the necessity for heating fresh geopolymer mixture may hinder the wide application of environmentally beneficial concrete in construction sites. The high energy requirement of heat curing causes also carbon dioxide release to the atmosphere, which in turn conflicts with the aim of the geopolymer applications. From this point of view, water curing may be assessed for the curing regime of the geopolymer concrete. The present work experimentally investigates the water-curing effect on some mechanical and fracture features of the geopolymer concretes. To this end, 5 proportionally identical specimens having a dimension of 100x100x400 mm³ were produced and exposed to different curing regimes at 40 °C such as 1, 3, 7, 14, and 28 days from the demolding. Then the three-point bending test was applied to the notched prisms under stroke-controlled loading. The crack developments as well as the surface deformations were recorded throughout the experiment by using the digital image correlation method. The experimental findings were analyzed in terms of compressive stress, peak load, and fracture energy. Accordingly, it was found that the mechanical response of the geopolymer concrete was improved by the duration of the water curing.

Keywords: Water curing, geopolymer concrete, bending test, fracture evaluation, digital image correlation.

GİRİŞ

Geopolimer betonlar yaklaşık yarım yüzyıldır bilinmesine rağmen son yıllarda giderek önem kazanan bir yapı malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Geopolimer betonlar üzerindeki bu ilginin temel nedeni ise dünya ekosisteminde görülen küresel ölçekli bozulmadır. Dünya üzerinde en fazla tüketilen yaşam maddesi suyu bir yapı malzemesi olan beton takip etmektedir [1]. Öyle ki, küresel ölçekte yıllık beton üretimi yaklaşık 11 milyar ton olarak ölçülmüştür [2]. Bu devasa üretim miktarından dolayı, yapı sektörü atmosfere salınan toplam zararlı gaz miktarının yaklaşık %35'inden sorumludur [3]. Geleneksel Portland çimento katkılı betonlarla kıyaslandığında, geopolimer betonlar çimento içermemesi ve bağlayıcılık için gerekli ham madde ihtiyacını atık malzemelerden sağlaması gibi sebeplerle yaklaşık %50 daha az karbon salınımına ve %25 daha az enerji tüketimine neden olmaktadır [4].

Geopolimer harçların dayanım kazanabilmesi için kür ihtiyacı vardır. Literatür çalışmalarında erken dayanım açısından en iyi kür tipinin sıcaklık kürü olduğu ifade edilmektedir [5]. Ancak uzun süreli sıcaklık kürü için gereken enerji ihtiyacı, doğaya fazladan karbon salınımına neden olmaktadır. Üstelik üretim sahasındaki kısıtlar düşünüldüğünde, gerçek bir yapı elemanın sıcaklık kürü ile dayanım kazandırılması şimdilik elverişli görünmemektedir. Bu nedenle alternatif olarak, buhar kürü [6], ortam kürü [7] ve su kürü [8] gibi çeşitli kür tiplerinin dayanım üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmaktadır. Saha uygulamaları açısından en pratik ve görece faydalı olan yöntem su kürü olarak karşımıza çıkmaktadır. Su kürünün geopolimer betonların mekanik ve durabilite özellikleri üzerine etkisini inceleyen çok sayıda çalışma literatürde mevcuttur [9-11]. Bu çalışmalarda genellikle basınç dayanımı, eğilme dayanımı, rötre, yüksek sıcaklık etkisi, asit direnci gibi çeşitli özellikler incelenmiştir. Buna rağmen, geopolimer betonlarda su kürü süresinin yapı malzemesinin mekanik ve kırılma karakteristiklerine etkisi göz ardı edilmiştir. Bundan dolayı, deneysel olarak bu konunun aydınlatılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, su kürü süresinin geopolimer betonların eksenel basınç ve eğilme dayanımları ile kırılma enerjileri üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmada ele alınan kür süreleri 1, 3, 7, 14 ve 28 günlük periyotlardan oluşmaktadır. Çalışmada özdeş 5 farklı prizma numune ($100 \times 100 \times 400 \text{ mm}^3$) üretilmiş ve yukarıda ifade edilen su kürü sürelerine maruz bırakılmıştır. Prizma numuneler, deney öncesinde orta noktalarından çentik açılarak eğilme deneyine tabi tutulmuştur. Eğilme deneyinden arda kalan yarım prizma numuneler üzerinde metal plakalar yardımıyla eksenel basınç deneyleri uygulanmıştır. Eğilme deneyleri deformasyon kontrollü yükleme ile gerçekleştirilmiştir. Yük-düşey deplasman eğrilerinin doğru bir şekilde hesaplanması amacıyla mesnet çökmelerinin çıkarılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada dijital görüntü korelasyon yöntemi kullanılmıştır.

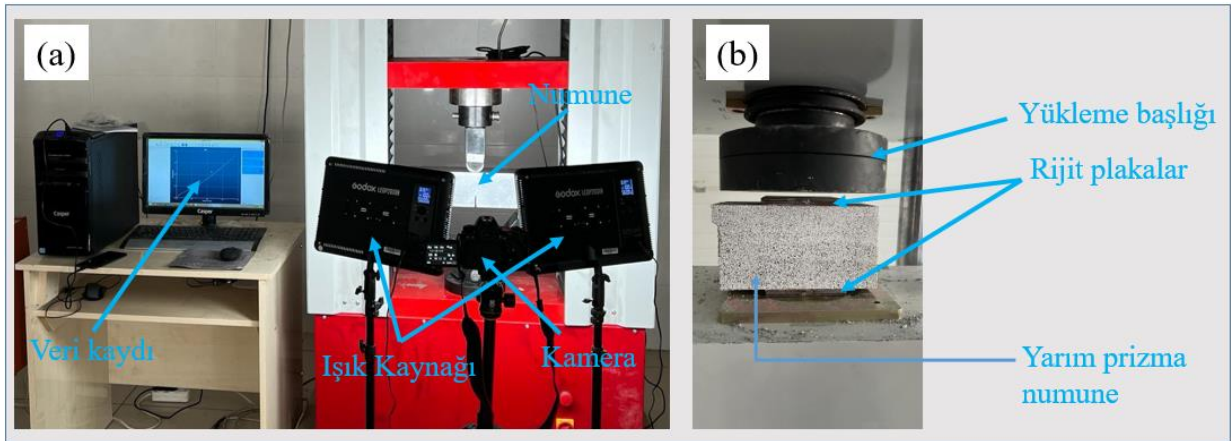
MALZEME VE METHOD

Bu çalışma kapsamında, geopolimer beton üretiminde alüminosilikat kaynağı olarak 602 kg/m^3 öğütülmüş yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Yüksek fırın cürufu ile reaksiyona girerek dayanım kazandırması için, 215 kg/m^3 sodyum silikat ve 86 kg/m^3 sodyum hidroksit kullanılmıştır. Sodyum silikatın sodyum hidroksite oranı sabit ve 2.5 olarak belirlenmiştir. Karışımda kaba agrega olarak 5-12 mm 884 kg/m^3 ve ince agrega olarak da 442 kg/m^3 malzeme kullanılmıştır. Ayrıca yoğun bir beton elde etmek ve agregalar arasındaki boşlukları doldurmak amacıyla da 100 kg/m^3 atık mermer tozu kullanılmıştır. Mermer tozunun dane büyüklüğü maksimum 400 mikrondur. Basınç dayanımını çok fazla düşürmeden gerekli işlenebilirliği elde etmek amacıyla, geopolimer beton karışıma 69.8 kg/m^3 su eklenmiştir.

Taze betonda yeterli homojenliği elde etmek amacıyla, ilk aşamada kuru malzemeler (öğütülmüş yüksek fırın cürufu, kaba agrega, ince agrega ve mermer tozu) yaklaşık olarak 2 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra kuru karışım üzerine sodyum hidroksit, sodyum silikat ve sudan oluşan sıvı solüsyon eklenerek 4 dakika boyunca karıştırmaya devam edilmiştir. Taze geopolimer beton karışımları $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}^3$ boyutlarındaki kalıplara prizmatik kalıplara dökülmüştür. Dökümden hemen sonra kalıpların üzeri plastik film ile kapatılarak buharlaşma önlenmiştir. Geopolimer numuneler 24 saat sonra kalıptan çıkarılmış ve kür uygulaması amacıyla $40 \text{ }^\circ\text{C}$ su içerisinde

birakılmıştır. Çalışma kapsamında toplamda özdeş 5 adet prizma numune üretilmiş ve farklı sürelerde su kürü rejimlerine (1, 3, 7, 14 ve 28 gün) maruz bırakılmıştır. Eğilme deneyleri, numunelerin kalıptan çıkarılmasını takip eden 28. günde gerçekleştirilmiştir. 28 günden daha az su kürü uygulanan numuneler ise kürden çıkarıldıktan sonra, deney gününe kadar oda sıcaklığında bekletilmiştir.

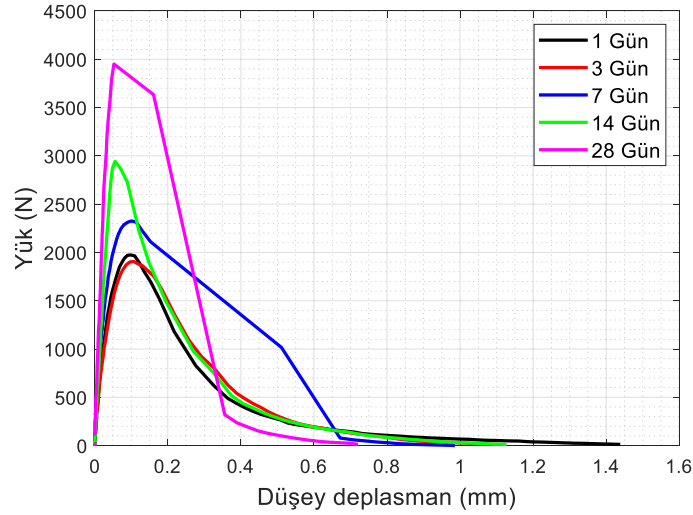
Geopolimer beton numunelerin kırılma enerjisini belirlemek amacıyla, deneylerden önce beton testeresi yardımıyla merkezi köşe çentikleri açılmıştır. Daha sonra numuneler 3 noktalı eğilme düzeneği ile test edilmiştir. Yük-deplasman davranışının maksimum yükten sonraki kuyruk kısmını elde edebilmek için deformasyon kontrollü yükleme yapılmıştır. Deneylerde uygulama yükleme hızı 0.3 mm/dakika tüm numuneler için aynıdır. Numunelere ait aksel basınç dayanımları eğilme deneylerinden arda kalan parçalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 100x100 mm² rijit metal levhalar numunelerin yük uygulanan yüzeylerine yerleştirilmiştir. Şekil 1'de eğilme ve basınç deney düzeneklerine ait temsili görünüm vermiştir.



Şekil 1. Deney düzeneği ve numune geometrisi: (a) eğilme ve (b) aksel basınç testi

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 2'de geopolimer numunelere ait eğilme yükü-düşey deplasman eğrileri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Grafikte kullanılan düşey deplasman değerleri, mesnet çökmelerinin çıkarıldığı net düşey deplasman değerlerinin ifade etmektedir. Grafikten görüldüğü üzere, kür süresi arttıkça genel olarak eğilme dayanımlarında artış gözlenmiştir. Bununla birlikte kür sürelerinin numunelerin maksimum yükten sonraki davranışlarında, eğrinin kuyruk kısımlarında küçülmeye neden olduğu söylenebilir. Yük-deplasman eğrisine ait bazı özellikler ilerleyen bölümlerde detaylı olarak incelenmiştir.



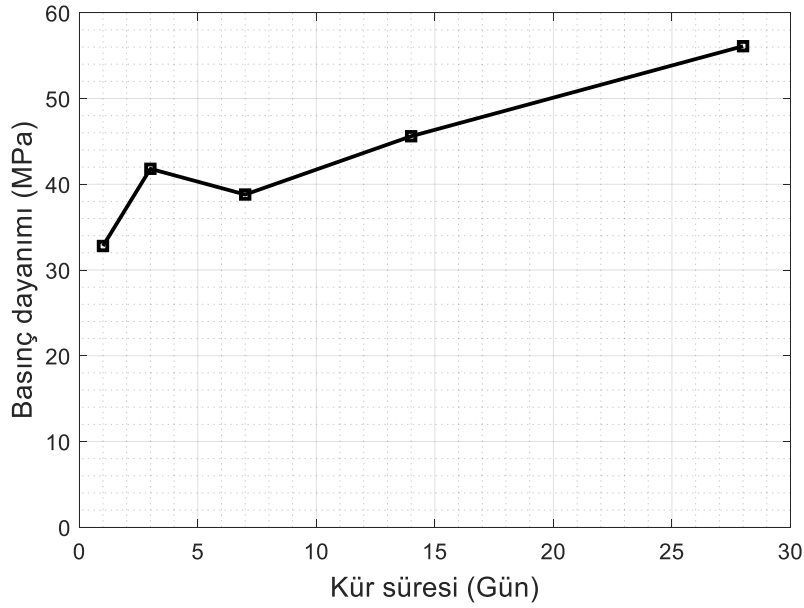
Şekil 2. Eğilme yükü-düşey deplasman eğrileri

1. Eksenel basınç dayanımı

Eksenel basınç deneyine ait sonuçlar Tablo 1’de sunulmuş ve aynı zamanda Şekil 3’de grafik olarak çizilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, geopolimer betonların basınç dayanımları kür süresi ile orantılı olarak artış göstermiştir. Ancak, 3 günlük kür süresine tabi tutulan geopolimer betonun basınç dayanımı, 7 günlük kür süresine göre yaklaşık %7,7 oranında daha büyüktür. Basınç dayanımdaki bu dalgalanmanın, betonun heterojen yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. 1 günlük su kürü referans alındığında, geopolimer betonlara sırasıyla 7, 14 ve 28 günlük su kürü uygulaması, beton dayanımlarında %20,1, %41,2 ve %73,7 oranında bir artışa neden olmuştur. Buna göre polimerizasyon reaksiyonlarının uzun dönem su kürü boyunca devam ettiği ifade edilebilir. Kısa süreli su kürü uygulamalarında, karışımdaki alkali solüsyonlar numune yüzeyinden su içerisine geçerek yüzeydeki dayanımın azalmasına neden olmaktadır. Ancak, uzun süreli su kürü uygulamalarında ise dayanımın arttığı ifade edilmektedir [6]. Bu durumun, öğütülmüş yüksek fırın cürufu içerisindeki alüminyum oksit ve silisyum dioksit bileşiklerinin zamanla çözünerek ve alkalın solüsyonlarla reaksiyona girerek bağlayıcı geopolimer jellerin oluşmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Tablo 1. Geopolimer beton numunelere ait bazı mekanik ve kırılma karakteristikleri

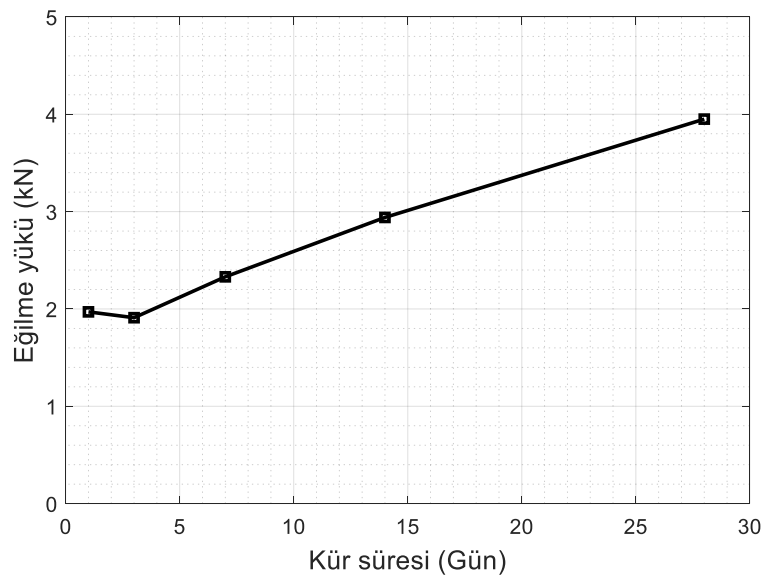
Numune	Basınç dayanımı (MPa)	Eğilme yükü (kN)	Kırılma enerjisi (N/mm)
CR-1	32,3	1,97	0,08
CR-3	41,8	1,91	0,09
CR-7	38,8	2,33	0,14
CR-14	45,6	2,94	0,10
CR-28	56,1	3,95	0,14



Şekil 3. Eksenel basınç dayanımının kür süresi ile değişimi

2. Maksimum eğilme yükü

Maksimum eğilme yükü, üç noktalı eğilme deneylerinden elde edilen maksimum yük olarak tarif edilebilir. Deneysel olarak elde edilen maksimum eğilme yükü sonuçlarının uygulanan kür süresi ile değişimi Şekil 4 ve aynı zamanda Tablo 1’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere, 1 ve 3 günlük kür sürelerinde elde edilen eğilme dayanımları neredeyse benzerdir. Ancak ilerleyen kür süresi uygulamalarında eğilme dayanımlarında önemli derecede artış gözlenmiştir. Benzer durum yük-düşey deplasman eğrisinde de (Şekil 2) açık bir şekilde gözlemlenebilir. 1 günlük kür süresiyle kıyaslandığında, 7, 14 ve 28 günlük su kürü uygulamalarının eğilme dayanımlarını yaklaşık olarak %17,8, %49,1 ve %100,1 oranında artırdığı görülmüştür. Eğilme dayanımlarındaki bu artışın, su kürü ile artan geopolimer bağlayıcı jel miktarından kaynaklandığı söylenebilir. Sonuç olarak uzun süre su kürü uygulamasının geopolimer betonların eğilme dayanımına pozitif katkı sağladığı görülmüştür.



Şekil 4. Eğilme yükünün kür süresi ile değişimi

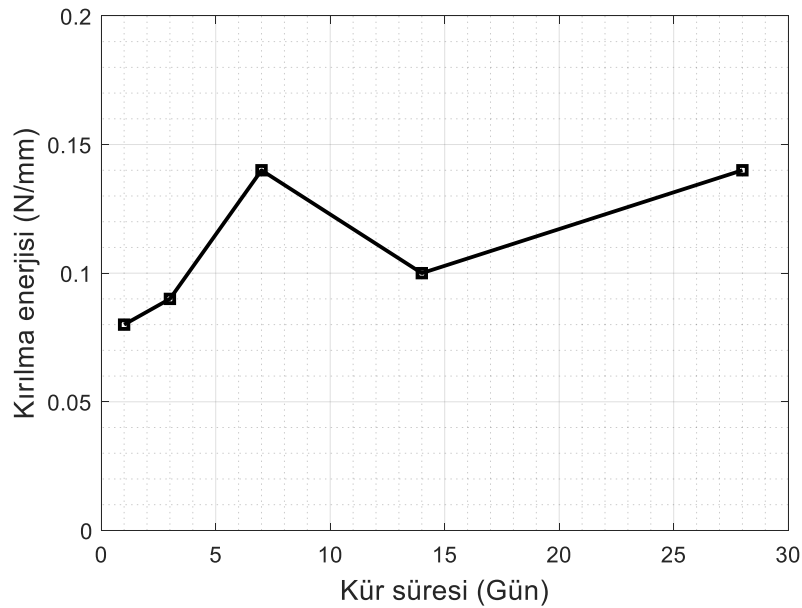
3. Kırılma enerjisi

Kırılma enerjisi, numunenin göçme anına kadar tükettiği enerji olarak tanımlanabilir ve aşağıdaki formül yardımıyla elde edilebilir [12].

$$G_F = \frac{W + mg\delta}{b(h-a)} \quad (1)$$

Burada, W yük-düşey deplasman eğrisi altında kalan alanı, m mesnetler arasına karşı gelen numune kütleini, g yerçekimi ivmesini, δ maksimum deplasman değerini, b numune kalınlığını, h numune yüksekliğini ve a ise çentik derinliğini temsil etmektedir.

DeneySEL verilerden hesaplanan kırılma enerjisi değerleri Tablo 1’de verilmiş ve Şekil 5’de ise kür süresiyle değişimi gösterilmiştir. Su kürü süresinin artması kırılma enerjisinde genel olarak bir artışa neden olmuştur. 7 günlük kür süresini dikkate almadığımızda, kırılma enerjisindeki artışın kür süresi ile orantılı olduğu söylenebilir. 7 günlük kür süresinde elde edilen yüksek kırılma enerjisinin ise pik yükten sonraki bölgede meydana gelen yüksek artık gerilmeden kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Bu duruma kırılma süreci bölgesindeki heterojen agrega dağılımının neden olduğu söylenebilir. Dağılımların az olduğu ve net bir değişim eğrisi elde etmek için her bir kür süresinde 3 ve daha fazla numunenin sonuçlarının alınması anlamlı olacaktır. Kür süresinin 1 günden 28 güne çıkarılması, kırılma enerjisi değerinin yaklaşık %75 oranında artmasına neden olmuştur.



Şekil 5. Kırılma enerjisinin kür süresi ile değişimi

SONUÇLAR

Bu çalışmada, kür süresinin geopolimer betonların bazı mekanik ve kırılma değerlerine etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla çentikli prizma numuneler üretilerek üç noktalı eğilme testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda verildiği gibi maddeler halinde özetlenmiştir.

- Geopolimer betonların aksenal basınç dayanımı kür süresi ile orantılı olarak artış göstermiştir. Kür süresinin 1 günden 28 güne çıkarılması basınç dayanımında %73,7 oranında artış sağlamıştır.
- Kür süresi ile eğilme dayanımı arasında orantısal bir ilişki elde edilmiştir. Kür süresinin 1 günden 28 güne çıkarılması eğilme dayanımında yaklaşık %100 oranında bir artışa neden olmuştur.

- Su kürü süresinin geopolimer betonların kırılma enerjilerini artırdığı gözlenmiştir. 1 günlük kür süresine kıyasla, 28 günlük kür süresi uygulaması kırılma enerjisinde yaklaşık %75 oranında bir artışa neden olmuştur.

KAYNAKÇA

1. Paudel, S., et al., *Compressive strength of concrete material using machine learning techniques*. Cleaner Engineering and Technology, 2023. **15**: p. 100661.
2. Monteiro, N.B.R., J.M. Moita Neto, and E.A. da Silva, *Environmental assessment in concrete industries*. Journal of Cleaner Production, 2021. **327**: p. 129516.
3. Khan, M. and C. McNally, *A holistic review on the contribution of civil engineers for driving sustainable concrete construction in the built environment*. Developments in the Built Environment, 2023. **16**: p. 100273.
4. Ameri, F., S.A. Zareei, and B. Behforouz, *Zero-cement vs. cementitious mortars: An experimental comparative study on engineering and environmental properties*. Journal of Building Engineering, 2020. **32**: p. 101620.
5. Guo, W., et al., *Effects of various curing methods on the compressive strength and microstructure of blast furnace slag-fly ash-based cementitious material activated by alkaline solid wastes*. Construction and Building Materials, 2022. **357**: p. 129397.
6. Alnkaa, A.A., et al., *Performance evaluation and cost analysis of ternary blended geopolymers for sustainable built environment under different curing regimes*. Construction and Building Materials, 2023. **409**: p. 133842.
7. Nodehi, M., et al., *The effect of curing regimes on physico-mechanical, microstructural and durability properties of alkali-activated materials: A review*. Construction and Building Materials, 2022. **321**: p. 126335.
8. Abbas, R., et al., *Production, characterization and performance of green geopolymer modified with industrial by-products*. Scientific Reports, 2024. **14**(1): p. 5104.
9. Haruna, S., et al., *Effect of paste aggregate ratio and curing methods on the performance of one-part alkali-activated concrete*. Construction and Building Materials, 2020. **261**: p. 120024.
10. Khan, M.Z.N., et al., *Effects of Curing Conditions and Sand-to-Binder Ratios on Compressive Strength Development of Fly Ash Geopolymer*. 2018. **30**(2): p. 04017267.
11. Nasr, D., A.H. Pakshir, and H. Ghayour, *The influence of curing conditions and alkaline activator concentration on elevated temperature behavior of alkali activated slag (AAS) mortars*. Construction and Building Materials, 2018. **190**: p. 108-119.
12. *Determination of the fracture energy of mortar and concrete by means of three-point bend tests on notched beams*. Materials and Structures, 1985. **18**(4): p. 287-290.

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPILARDA YAŞLI VE ENGELLİ BAKIMI
ELDERLY AND DISABLED CARE IN SUSTAINABLE BUILDINGS

Hakan ÖZEN

Mimar, Sedef Savunma, Gaziantep, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2393-735X>

Enes ÖZEN

*Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği,
Gaziantep, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7816-2374>

ÖZET

Ülkemizde yaşayan bakıma muhtaç yaşlı ve engelli sayısı nüfusun %11.30 unu oluşturmaktadır. Bu sayının 2040 yılında tahmini %15'i olması öngörülmüştür. Mekansal tasarımlarda kanunlar ve yönetmeliklerde engellilere ilişkin planlama esasları olmasına rağmen ekonomik sosyal ve kültürel sebeplerden dolayı uygulamaya ait altyapısı oluşturulmamaktadır. Bu sebeple kişi engelli olana ya da yaşlılık evresine geçene kadar hiçbir planlama ya da uygulama esasları uygulanmamaktadır. Bakıma muhtaç yaşlı ve engelli bireyler için mekan düzenlenmesinde tasarım olarak üç ana mekan tasarımı; dinlenme, çalışma ve temizlik olarak sınıflandırabiliriz. Bu alanlar tasarlanırken engelsiz bireylerin konforu görsel estetiği kişinin ihtiyaçlarına göre tasarlanmaktadır. Bu tasarım prensipleri ile uygulamaya koyulmuş mekan tasarımlarında engelli ya da bakıma muhtaç yaşlı fertlerin kendi başına ihtiyaçlarını karşılayamayarak, hak ettiği yaşam hakkından mahrum kalmaktadırlar. Mekanlar tasarlanırken; bakıma muhtaç yaşlı ve engelliler düşünülerek tasarım prensiplerinde bütün gerekli detayların düşünülmesi gerekmektedir. Aydınlatma, erişebilirlik, yatay ve dikey uzanabilme, mekanlar arası geçiş rahatlığı, kapı açıklıkları ve geçiş alanları, pencere tasarımı gibi hastanın konforunu arttıracak tasarım detaylarının mimari uygulama projelerinde olması gerekmektedir. Bu prensiplerle tasarlanmamış mekanların bakıma muhtaç yaşlı ve engelli bireyler için sonradan yapılması gereken değişiklikler yapının tasarlanırken uygulanan esaslarını ve prensiplerini değiştirmektedir. Bu sebeple de çoğu zaman öngörülen değişim maliyet ve mekanlar arası ilişkinin bozulmasından dolayı mümkün olmamaktadır. Bakıma muhtaç yaşlı ve engelli bakımını üstlenen vasiler; bakılanın tüm ihtiyaçlarını kendi destekleriyle karşılanmasını kendilerine görev bilmişlerdir. Bu edinilmiş görev ile engelli ve bakıma muhtaç yaşlının sahip olması gereken haklara ulaşamaması olağan hale getirmektedir. Bahsi geçen ekonomik, sosyal, kültürel sebeplerden arınarak mekan tasarımında bakıma muhtaç yaşlı engelli bireylerin olabileceği gerçeğini göz önünde bulundurmalıyız.

Anahtar Kelimeler: Mekan tasarımı, Yaşlı bakımı, Tasarım prensibi, Engelli bakımı

ABSTRACT

The number of elderly and disabled people in need of care living in our country constitutes 11.30% of the population. This number is predicted to be 15% in 2040. Although there are planning principles for disabled people in spatial designs in laws and regulations, the implementation infrastructure is not created due to economic, social and cultural reasons. For this reason, no planning or implementation principles are applied until the person becomes disabled or reaches the elderly stage. There are three main interior designs in the design of interior for elderly and disabled individuals in need of care; We can classify them as rest, work and cleaning. When designing these areas, the comfort and visual aesthetics of non-disabled individuals are designed according to the needs of the person. In interior

designs implemented with these design principles, disabled or elderly individuals in need of care cannot meet their needs on their own and are deprived of the right to life they deserve. When designing interiors; Considering the elderly and disabled people in need of care, all necessary details must be considered in the design principles. Design details that will increase the comfort of the patient, such as lighting, accessibility, horizontal and vertical reach, ease of transition between interiors, door openings and transition areas, and window design, must be included in architectural application projects. Changes that need to be made later for elderly and disabled individuals in need of care in interiors that are not designed with these principles change the principles and principles applied when the building is designed. For this reason, the anticipated change is often not possible due to cost and deterioration of the relationship between interiors. Guardians who take care of the elderly and disabled in need of care; They consider it their duty to meet all the needs of the cared for with their own support. This acquired duty makes it normal for disabled and elderly people in need of care not to have access to the rights they should have. Apart from the aforementioned economic, social and cultural reasons, we must take into account the fact that there may be elderly disabled individuals in need of care in interior design.

Keywords: Interior design, Elderly care, Design principle, Disabled care

GİRİŞ

Doğuştan ya da sonradan oluşan engelli ve yaşlı bakımının, öncesinde kendi evinde ve sosyal çevresinde, süre gelen yaşam hakkında kısıtlama olmadan, hareketlerini engelleyici faktörlerin oluşmasını engellemek ve sosyal hayatına yoksunlukları olmadan normal birey olarak devam etmesini sağlamaktır. Sürdürülebilir yapıların tasarımının, erişilebilir ve evrensel tasarımın ilkelerinin temel alınarak uygulanmasıdır. Her insan yaşamında, farklı zamanlarında fiziksel kısıtlamalar yaşayabilmektedir. Bu kısıtlamalar iyileşebilen kısıtlılık ya da kalıcı kısıtlılık olabilir. Engelli erişilebilirliği; engellilerin sosyal hayata katılabilmeleri ve engelli bireylerin binalara kolayca girmelerinden, dinlenme alanına kadar, konforlu ve güvenli bir şekilde kendi başlarına ulaşabilmeleri ve acil durumlarda ise hızlı bir şekilde binadan ayrılabilmeledir. Yapılardaki mimari uygulamaların bireyin kısıtlılık halinin, insan hayatındaki konforu ve özgürlüğünü ne kadar etkilediği ve sosyal hayata olan entegrasyonunu zorlaştırdığı araştırılmıştır. Yapılardaki engelli erişilebilirliğini kısıtlayan sebepler incelenmiştir. Sosyal, ekonomik ve kültürel değerlerin olumsuz etkileri vurgulanmıştır.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde 2021 yılı; T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü Engelli Sağlık Kurulu Raporlarını esas alan Ocak 2021 verilerine göre "Ulusal Engelli Veri Sistemi" oluşturulmuştur. Ulusal Engelli Veri Sisteminde kayıtlı ve hayatta olan engelli sayısı; 1.414.643'ü erkek, 1.097.307'si kadın olmak üzere 2.511.950'dir. Ağır engeli olan kişi sayısı 775.012'dir. %44 ünü kadın, %56 sını erkekler oluşturmaktadır. Ocak 2020 yılında bakıma muhtaç engelli (%70 ve üzeri) sayısı 277.553, (%40-%69) 346.752 dir. Evde bakımdan yararlanan kişi sayısı 535.805'e ulaşmıştır. Bu oranın %13,78'i ortopedik hastalar oluşturmaktadır. (311.131 kişi) Engelli Sağlık Kurulu Raporu almak için yetkili hastanelere başvurmamış ve hizmet almak için devletle temasa geçmemiş bireyleri kapsamamaktadır [1].

Her birey doğarken temel yaşam hakları ile doğar. Bu haklar insanın, hayatta kaldığı sürece konforlu, özgürlükçü ve güvenli her hizmete ulaşmasını sağlayan haklardır. Engelli olarak dünyaya gelmiş ya da sonradan engelli olan insanların bu haklardan mahrum kalmaması ve sosyal hayata entegrasyonu toplumun gelişmişlik düzeyinin göstergesidir. Ulaşılabilirlik ve erişilebilirlik hakkında kanunlar ve yönetmelikler ile kamu kurum alanlarında iyileştirilmeler yapılmaktadır. Engelli ve yaşlı bakım evlerinin yapılmasına ayrıca destek ve teşvikler vermektedir. Engelli ve yaşlı bakım merkezlerinin gösterdiği hızlı artış bakıldığı zaman çok korkutucudur. Bu merkezlerde nispeten daha iyi şartların olması engelli insanları ötekileştirmenin başka bir yoludur. Kent yaşamı ve giderek kalabalıklaşması da bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Engelliliğe maruz kalmış her genç ve yaşlı birey

temelde kendi evinde yaşamını sürdürmek istemektedir. Bireylerin kendi evlerinde yaşam hakkı olmalı ve bu evler engelli ve bakıma muhtaç yaşlı bireyler için sürdürülebilir yapılar olmalıdır. Sürdürülebilir yapılar, başkasının bakımına muhtaç olmadan bir hayat sürmek, yaşam kalitesini arttırmak, ve onlara daha erişilebilir bir çevre sunmayı hedefleyen evrensel tasarım prensipleri ile tasarlanmış yapılarıdır. Bu tasarım herkes içindir ve eşitlikçidir. Tam ve fiziki yeterlilik toplumdaki her insan için geçici bir durumdur, kaza, hamilelik ve birçok sebep ile de bu yeterliliklerimizi süresiz ya da geçici olarak kaybedebiliriz. Devam eden yaşamımızda rahat, güvenli, konforlu ve bağımsız olarak hayatımıza devam edebilmemiz gerekmektedir.

Evrensel tasarım tüm ürün ve çevrelerin; yaş, beceri ve durum farkı gözetmeksizin pek çok kişi tarafından kullanılabilmesini olanaklı kılan, bütünselleşme sağlayan bir tasarım yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım ürün tasarımından, mimarlığa ve kentsel tasarıma hatta karmaşık bilgi ve iletişim teknolojilerine kadar değişen ölçekleri ve konuları kapsamaktadır. Evrensel tasarım herkesin, her zaman, her nesneye ve mekana erişim düşüncesidir. Erişilebilir tasarım sadece engelli bireylerin kullanımına yönelik mekan ve ürünlerin tasarımını kapsarken; evrensel tasarım; engellileri de içine alan tüm insan fizyolojisine yönelik mekan, ürün ve donatıların tasarımıdır. Evrensel tasarım kişileri ayırt etmeksizin çözüm önerir. Evrensel tasarımın amacı, çevrenin daha çok kişi tarafından kullanılabilir hale getirilerek tüm bireylerin hayatını kolaylaştırmak amacıyla mekanı en rasyonel şekilde kullanışlı hale getirmek ve bunu en az veya hiçbir ek maliyet getirmeksizin tasarlamayı gerçekleştirmektir [2].

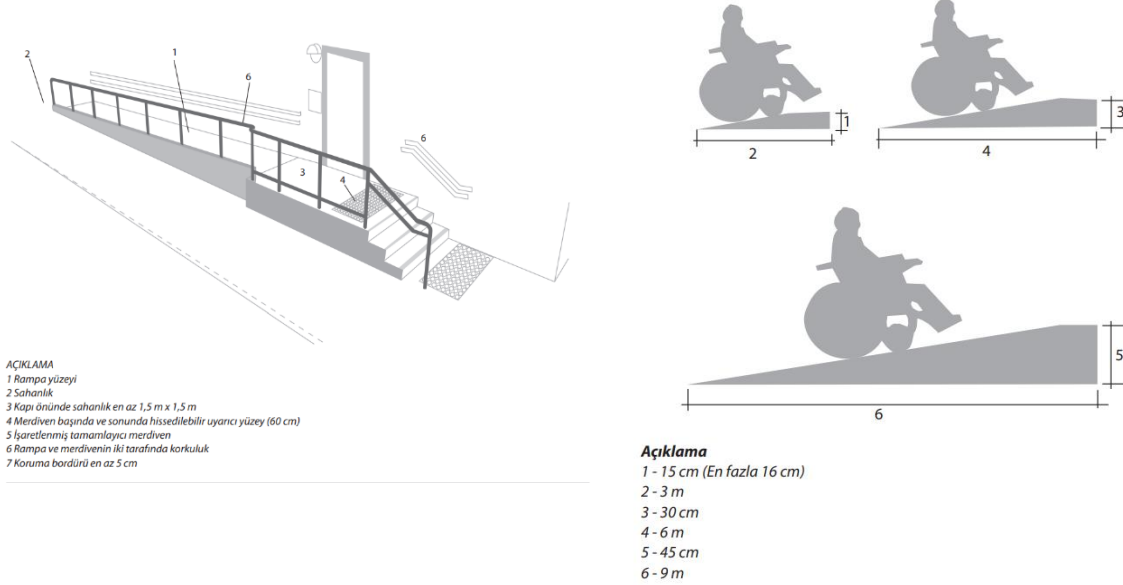
Engelli erişebilirliği; engellilerin sosyal hayata katılabilmeleri ve engelli bireylerin binalara kolayca girmelerinden, dinlenme alanına kadar, konforlu ve güvenli bir şekilde kendi başlarına ulaşabilmeleri ve acil durumlarda ise hızlı bir şekilde binadan ayrılabilmeleleridir. Engelli bireyler için bina girişi, asansörler, iç mekan girişi, koridor, yeme içme alanı, temizlenme alanı ve dinlenme alanı engellilerin de kullanımını sağlayacak standartlara ve erişebilirlik mevzuatına uygun olmalıdır.

Ana bina girişi, merdiven ve rampa düzenlemesi; mimari proje uygulamalarında ve Belediye İmar Yönetmeliklerinde bina girişinin ve olması gereken rampa düzenleme hakkında kararları olmasına rağmen standartlara uygun olarak yapılmamakta ve kontrol edilmemektedir. Yapılan mevcut binalarda da tekerlekli sandalye ile girişi engellemektedir. Bazı binalarda yapılan engelli girişleri için rampalar yapılmış olmasına rağmen standartlara uymamaktadır. Korkuluk detayları, merdiven asansörü, platform yükselticiler yapılmamıştır.

Yapılması gereken bazı standartlar şekillerde ve tabloda belirtilmiştir. TS 9111 de ve imar yönetmeliklerinde belirtilen standartlar belirtilmiştir.

Tablo 1. Mevcut bina giriş rampalarının eğimi (TS9111) [3]

En fazla yükseklik	En fazla eğim
15 cm ve daha az	1:12 yani %8
16 cm – 50 cm arası	1:14 yani %7
51 cm – 100 cm arası	1:16 yani %6
100 cm üzeri	1:20 yani %5

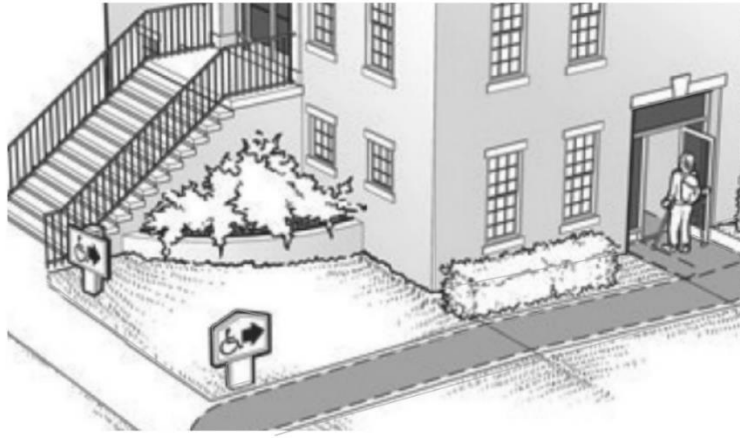


a)

b)

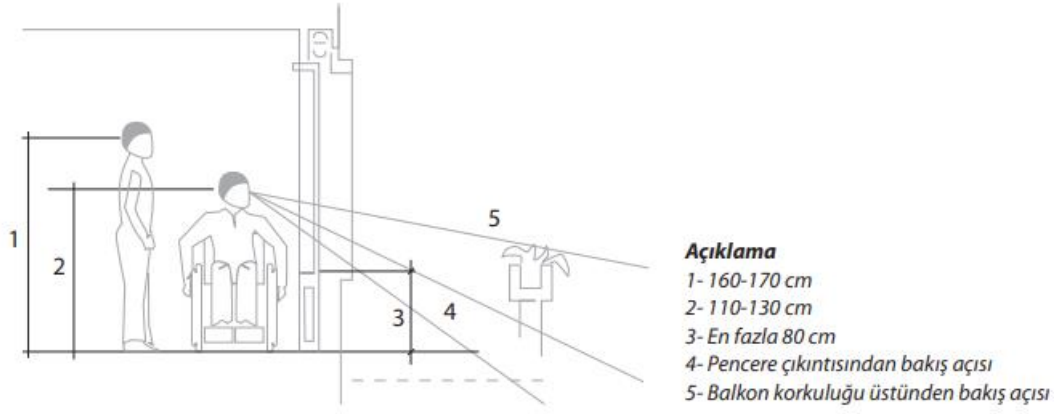
Şekil 1 a) Bina girişi (TS)9111 [4] , b) Yaya yolu güzergahındaki rampa (TS9111) [5]

Asansörler ve asansör kotuna çıkan merdivenler; tekerlekli sandalyeye bağımlı bireyin en çok zorlandığı alan, asansör sahanlığıdır. Merdiven ile asansör sahanlığına ulaşılan yapılarda engelli rampası, platform yükseltici ve merdiven asansörü uygulanmalıdır. Kot farkının zaruri olduğu bina tasarımlarında engelli bireyler için ikinci bir giriş yapılmalıdır.

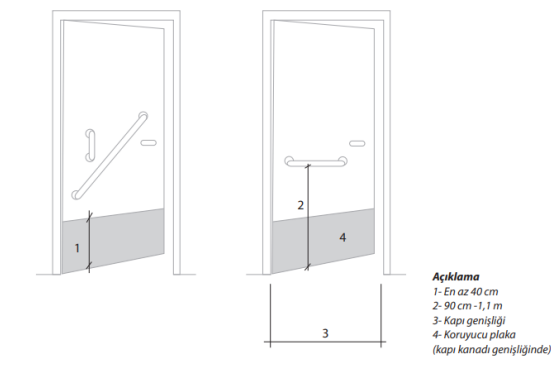


Şekil 2 Ulaşılabilir giriş alternatifleri [6]

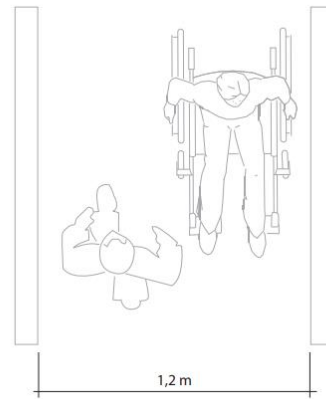
Giriş Holü, Kapılar ve Pencereler; iç mekana giren engelli bireyin en rahat ve konforlu alanın evi olması gerekir. Tekerlekli sandalye ile evin içinde yatay ve düşey hareket kabiliyetlerinin kısıtlanmaktadır. Bu kısıtlılık hali kapıların açılış yönleri, net geçiş alanları, kolları ve menteşeleri, iç mekanlar arası kot farkının ve uygun manevra alanlarının standartlara uygun olarak yapılmasını gerektirir.



a)



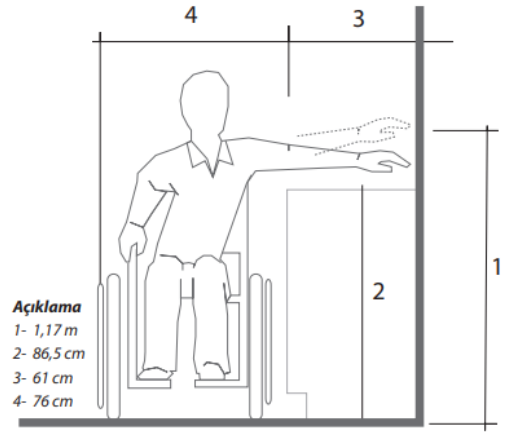
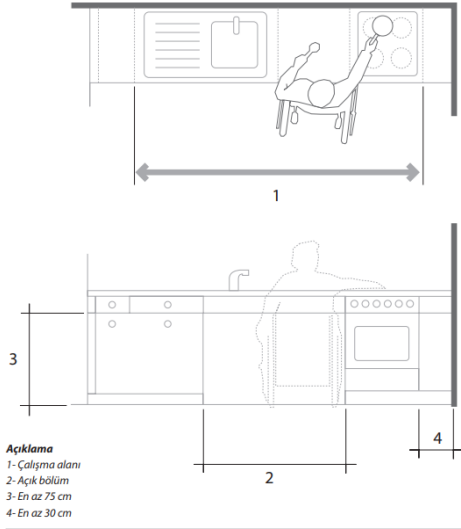
b)



c)

Şekil 3. a)Pencere yüksekliği (TS)9111 [7] b) Koruyucu plakalı kapı örnekleri (TS)9111 [8] , c) Tekerlekli sandalye ve bir yürüyen engelli için en az geçiş genişliği (TS)9111 [9]

Yeme ve içme alanı; engelli bireyin iç mekan da kendi kendine yiyip içme özgürlüğü olmalıdır. Pişirme alanına kolayca ulaşabilmeli yatay ve düşey taşımayı sağlayabilmelidir. Tezgaha ulaşabilmeli bulaşıklarını yıkayıp taşımaya engel olacak mobilyaların ulaşılabilirliğinin olması gerekmektedir. Mutfak içi çalışma alanı standartları şekilde belirtilmiştir.



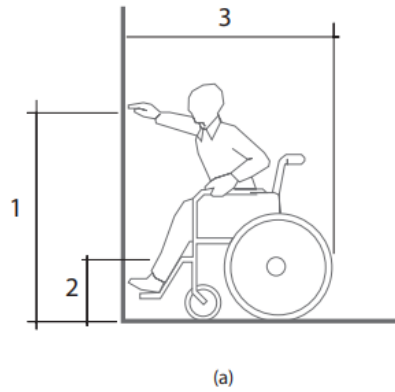
a)

b)

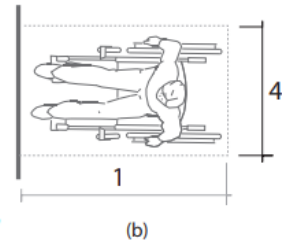
Şekil 4 a) Mutfaktaki çalışma alanı (TS)9111 [10],

b) Tekerlekli sandalye ile yan yüzden ulaşılabilecek yükseklikler (TS)9111 [10]

Şekil 5
sandalye ile

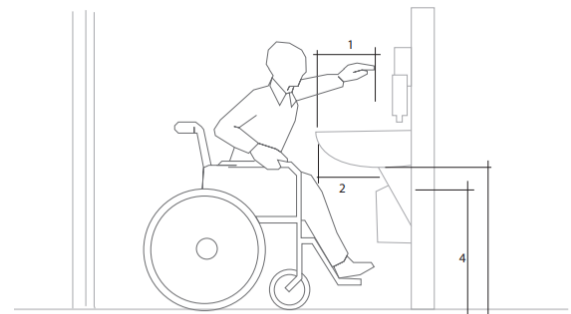
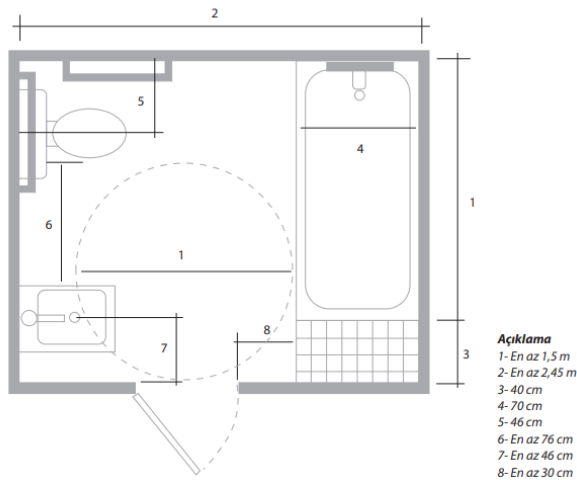


Açıklama
1 - En fazla 1,22 m
2 - En az 38 cm
3 - 1,22 m
4 - 76 cm



Tekerlekli

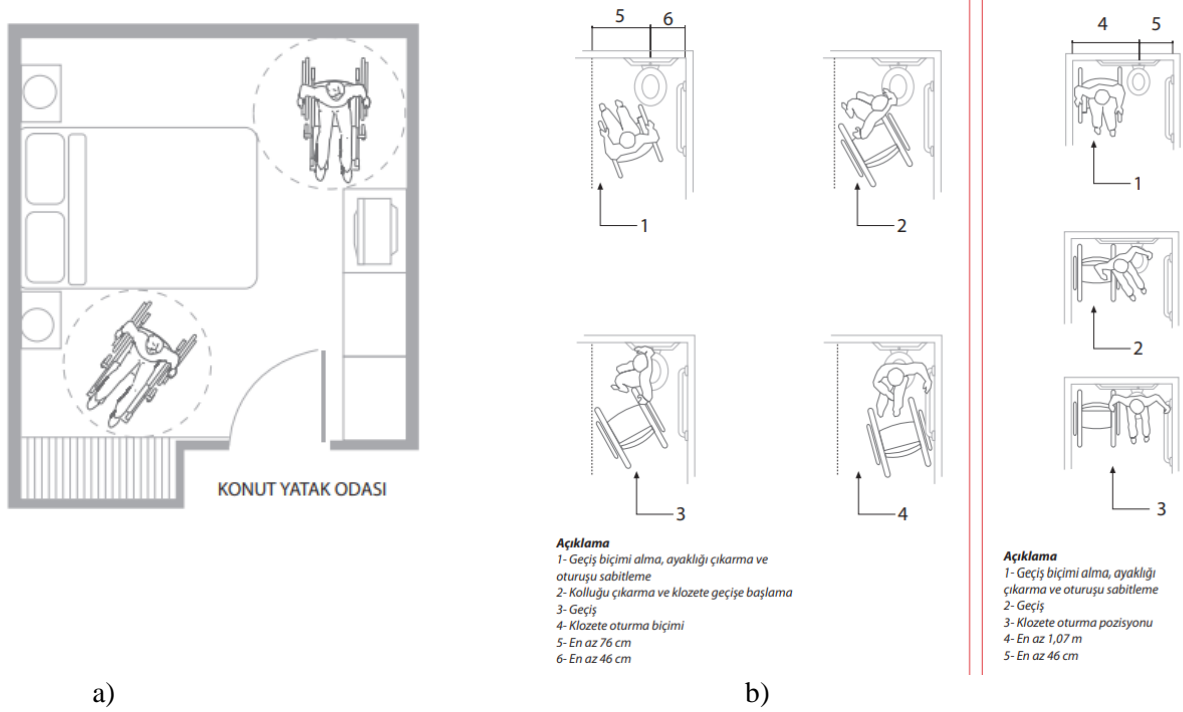
ulaşılabilecek yükseklikler (TS)9111 [10]



Şekil 6 a) Banyo Örneği (TS)9111 [11],

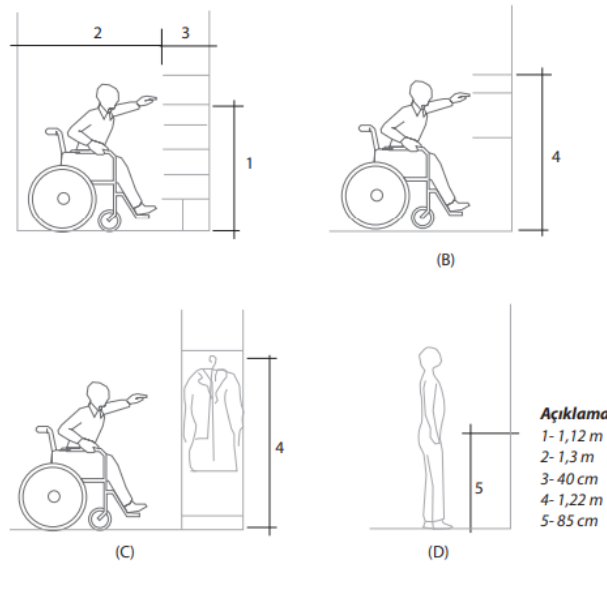
b) Lavabo önü ölçüleri (TS)9111 [12]

Temizlenme alanı; tekerlekli sandalyeli engelli bireylerin en çok zorlandıkları iç mekanlardan birisi de temizlenme alanıdır. Bu alanlar sağlıklı bireylerin kullanımı için konforu düşünülerek tasarlanmış ve uygulaması yapılmıştır. Bu konfor engelli bireyin erişebilirliğini kısıtlamaktadır. Mekanlar arası kot farkının olması ve eşik yapılması tekerlekli sandalyeye bağımlı engelli bireyin geçişini zorlaştırmaktadır.



Şekil 7. a) Yatak odası yerleşim örneği (TS)9111 [12], b) Klozete yaklaşım mesafeleri (TS)9111 [13]

Dinlenme alanı; engelli ve bakıma muhtaç yaşlı bireylerin en çok zaman geçirdikleri iç mekan dinlenme alanlarıdır. Kendi başlarına yatay ve düşey taşıma yapabilmeleri çok önemlidir. Dolap kullanım yükseklikleri tekerlekli sandalyeli birey için erişilebilir olması gerekmektedir.



Şekil 8 Dolap (önden yaklaşım)

kullanım yükseklikleri (TS)9111 [17]

TARTIŞMA VE SONUÇ

Belediye imar yönetmeliklerinde engelliler için planlama ve uygulama esasları olmasına rağmen bu esaslar çoğu zaman uygulanmamaktadır. Bu yapılar, mimari tasarımı yapan mimarlar, uygulamayı yapan müteahhitler ve son kullanıcı olan müşteriler tarafından birtakım gerekçeler ile yapılamamaktadır. Yapı maliyetine yük getirmesi, engelli bireylerin aile fertleri engelli bireylerin bakımını kendilerine görev edinmiş olmaları, kültürel ve sosyal sebeplerden ötürü kişi yaşlanana ya da engelli bir birey olana kadar engelli erişilebilirliğini, eşitlikçi ve özgürlükçü tasarımı göz ardı etmektedir. Engelli bireylerin bu haklarına ulaşması onların hayata ne kadar tutunabileceğini hayata sunacakları katkı ve topluma katılımlarını büyük ölçüde etkilemektedir

KAYNAKLAR

1. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, <https://www.aile.gov.tr>, Erişim: 20.04.2024.
2. Herkes İçin Erişilebilir Evrensel Tasarım, <https://erisilebilirlik.prohes.com.tr>, Erişim: 20.04.2024.
3. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.9.2. Mevcut bina ana giriş bölümlerinin düzenlenmesi için kurallar (TS 9111), DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
4. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.21.Binaların Yakın Çevresinin Düzenlenmesi İle İlgili Kurallar (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
5. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.6. Yaya Yolu Güzergâhında Bulunan Rampalar (TS 9111)) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
6. Accessible Information Exchange: Meeting on a Level Playing Field, U.S. Department of Justices Civil Rights Division Disability Rights Section <http://ada.gov/business/accessiblemtg.htm>
7. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.16. Pencereler (TS 9111), DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
8. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.14.İç Kapılar ve Özellikleri (TS 9111)) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
9. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.18. Bina İçi Yatay Dolaşım, DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
10. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.23.Mutfaklar (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
11. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.28. Banyolar (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
12. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.26.Lavabolar (TS 9111), DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
13. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.29.Odalar (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
14. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.24.Tuvaletler (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr
15. Öztürk, N., (2020). Engelliler için evrensel standartlar kılavuzu, 13.7.29.Odalar (TS 9111) , DÜNYA ENGELLİLER VAKFI, DEV, www.whf.org.tr

**SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE MEKANİK ARIZALARIN MAKİNE ÖĞRENMESİ
ALGORİTMALARI KULLANILARAK UZAKTAN TESPİTİ**
**REMOTE DETECTION OF MECHANICAL FAULTS IN REFRIGERATION SYSTEMS
USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS**

Ferzan KATIRCIOĞLU

Doç. Dr. Düzce Üniversite, Mühendislik Fak., Mekatronik Müh. Bölümü, Düzce, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5463-3792>

Zafer CİNGİZ

Dr. Öğr. Üyesi, Düzce Üniversitesi, Düzce MYO, İklim ve Soğutma Tek.Düzce, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3796-755X>

ÖZET

Soğutma sistemlerinde oluşan arızalar, sistemlerin çalışma performansını ve verimini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu arızaların bazılarının teşhisi arızanın türüne bağlı olarak değiştiği için tespit edilmesi ve sorunun giderilmesi zaman alabilmektedir. Bu nedenle çalışmada, soğutma sisteminde oluşabilecek mekaniksel (kompresör arızası, tıkalı genişleme valfi, kirli kondenser) arızaları teşhis etmek için, kızılötesi görüntüler kullanılarak, makine öğrenme uygulaması önerilmektedir. İlk olarak soğutma sisteminde normal çalışma ve 3 farklı arıza durumları için 30 adet kızılötesi görüntüler elde edilmektedir. Toplam 150 adet görüntüler İki Boyutlu Ayrık Dalgacık Dönüşümü (2D-DWT)'den geçirilerek özneliklerin elde edilmesi sağlanmaktadır. Son olarak seçilen bu öznelikler, Doğrusal Diskriminant Analizi (LDA), Desdek Vektör Makinesi (SVM), Rastgele Orman (RF) ve Olasılıksal Sinir Ağları (PNN) sınıflandırıcılarına uygulanmaktadır. Sınıflandırma sonuçları, PNN'nin LDA, SVM ve RF'dan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Geleneksel sıcaklık, basınç ve elektriksel ölçümler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, gerçekleştirilen sistemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve hızlı tespit gibi özelliklerinden dolayı uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Arıza Tespiti, Makine Öğrenmesi, Soğutma Sistemi.

ABSTRACT

Faults in refrigeration systems significantly affect the operating performance and efficiency of the systems. Since the diagnosis of some of these malfunctions varies depending on the type of malfunction, it may take time to detect and fix the problem. For this reason, in the study, machine learning application is recommended using infrared images to diagnose mechanical faults (compressor failure, restricted expansion valve, dirty condenser) that may occur in the refrigeration system. First, 30 infrared images are obtained for normal operation and 3 different fault situations in the refrigeration system. A total of 120 images are passed through Two Dimensional Discrete Wavelet Transform (2D-DWT) to obtain features. Finally, these selected features are applied to Linear Discriminant Analysis (LDA), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) and Probabilistic Neural Networks (PNN) classifiers. Classification results reveal that PNN outperforms LDA, SVM, and RF. Compared to traditional temperature, pressure and electrical measurements and fault detection methods, the implemented system has been found to be applicable due to its features such as ease of use, remote measurement and rapid detection.

Keywords: Remote Fault Diagnosis, Machine Learning, Refrigeration System.

GİRİŞ

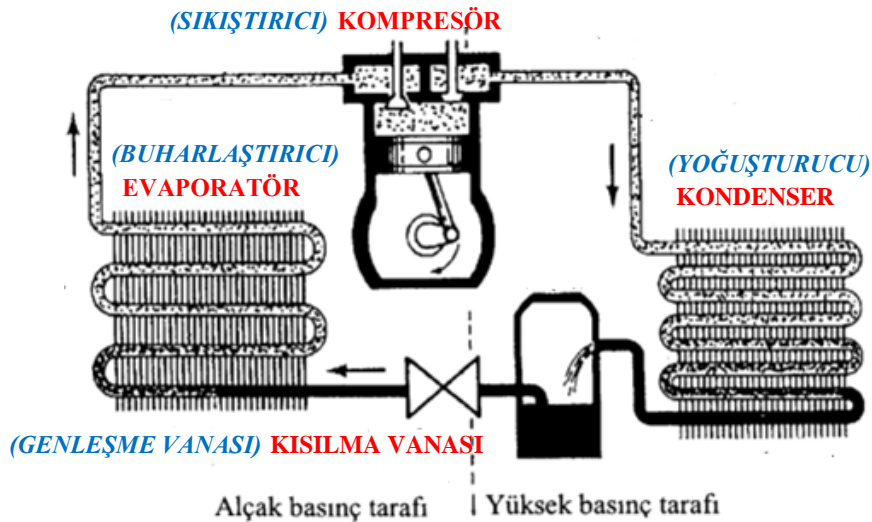
Soğutma sistemlerinde zamanla ya da birdenbire arızaların oluşması, sistemin veriminin ve performansının düşmesine, buna bağlı olarak da enerji sarfiyatında maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Arızaların tespit edilerek kısa zaman içerisinde müdahale edilebilmesi için yeni tespit ve teşhis yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yöntemlerin geliştirilmesi ile enerji, bakım ve onarım maliyetleri düşürülerek, sistemin uzun süreli hasar görmesinin önüne geçilmiş olunacaktır (Erdogmus, Öder, Ezber ve Kalkan, 2023). Yapılan çalışmada, p-h diyagramından yararlanılarak soğutma çevrimindeki arızaların tespit edilmesi mümkün olmuştur. Yöntemin uygulamasını gerçekleştirmek için farklı sayıda yapay arıza bulandıran deney düzeneğinden yararlanılmıştır. P-h diyagramlarında çevrim ile normal ve arızalı çalışma koşulları arasındaki farkın rahatlıkla fark edilebildiği görülmüştür (Erdogmus, Öder, Ezber ve Kalkan, 2023). Katırcıoğlu ve ark., yaptıkları çalışmada, arıza türlerinin yüzey değişim özellikleri ele alınarak, incelenen arızaların değerlendirilmesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Geleneksel basınç, sıcaklık ve elektriksel ölçmeler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, uygulanan yöntemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve kayıt alma gibi özellikleri avantaj olarak ortaya çıkmıştır (Katırcıoğlu ve Cingiz, 2023). Bogdanovska ve ark., yaptıkları arıza analizi çalışmalarında buzdolaplarında bir kondenser ve valfteki arıza analizi yapmışlardır. Arızaların tespiti için, Pareto analizi ve Lorenz eğrisini kullanmışlardır (Bogdanovská, Molnar ve Fedorko, 2019). Wang ve arkadaşları, Bayes ağı (BN) ve temel bileşen analizini (PCA) bir araya getirerek gerçek uygulamalar için gelişmiş bir soğutma arıza tespit ve teşhis yöntemi önermişlerdir (Wang, Wang, Liang ve Tan, 2018). Katırcıoğlu ve arkadaşları (5), kızılötesi görüntü işleme tekniğine dayalı yeni bir yöntemi soğutma sisteminde oluşabilecek kaçakların tespiti için önermişlerdir (Katırcıoğlu, Cingiz, Çay, Gürel ve Kolip, 2020). Nasiri ve ark. (Nasiri, Taheri-Garavand, Omid ve Carlomagno, 2019), yaptıkları çalışmada soğutma radyatöründe oluşabilecek boru tıkanması, soğutucu sızıntısı, kapak arızası, kanatçıklar ve borular arasındaki gevşek bağlantılar ve kanatçık tıkanması gibi motor performansını etkileyen faktörleri sınıflandırmak için kızılötesi termal görüntüleri kullanmışlardır. Mehta ve ark. (Mehta, Goyal, Choudhary, Pabla ve Belghith, 2021), yaptıkları çalışmada rulman yatak arıza teşhisi için IRT'nin kullanımını sunmaktadır. Termal görüntünün ayrıştırılması için iki boyutlu bir ayrık dalgacık dönüşümü (2D-DWT) uygulanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, soğutma sistemlerinde oluşan kompresör arızası, tıkalı genişleme valfi ve kirli kondenser gibi mekanik arızaların kızılötesi görüntü işleme tekniği ve makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak hızlı ve uzaktan tespitini gerçekleştirmektir.

YÖNTEM

2.1. Materyal

Soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin büyük çoğunluğu buhar sıkıştırımlı soğutma sisteminin prensipleri ile çalışır.

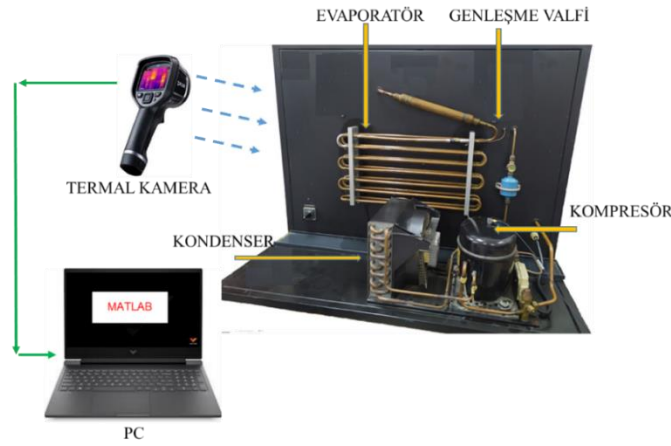


Şekil 1. Buhar sıkıştırırmalı soğutma sistemi.

Şekil 1, basit bir buhar sıkıştırırmalı soğutma sisteminin şematik diyagramını göstermektedir. İdeal çevrim, yoğuşturucu, buharlaştırıcı, kısılma (genleşme) vanası ve kompresör olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır.

2.4 Deney Sisteminin Kurulumu

Arızaların simüle edileceği deneysel sistem, buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi esasına göre tasarlanmıştır. Deney sisteminde soğutucu akışkan olarak R134a kullanılmıştır. Deney düzeneğine ilişkin genel görünüş Şekil 2’de verilmiştir. Arızaların oluşturulacağı deney sisteminde, deneylerin stabil şartlarda gerçekleştirilebilmesi için, kapalı bir ortamda deneyler gerçekleştirilmiştir. Deney sisteminde kullanılan tüm elemanların pozisyonları Şekil 3’de, teknik özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir. Bu çalışmada, soğutma sisteminde oluşabilecek arızaları analiz etmek için termal kamera görüntülerinden alınan ölçüm değerleri kullanılmıştır. Soğutma arıza teşhis deney düzeneği Şekil 2 ve Şekil 3’de gösterildiği gibi hermetik pistonlu kompresör, kanatlı tip hava soğutmalı kondenser, kılcal tip genleşme valfi ve çıplak borulu evaporatörden oluşmaktadır. 700 g R134a soğutucu akışkan sisteme şarj edilmiştir.



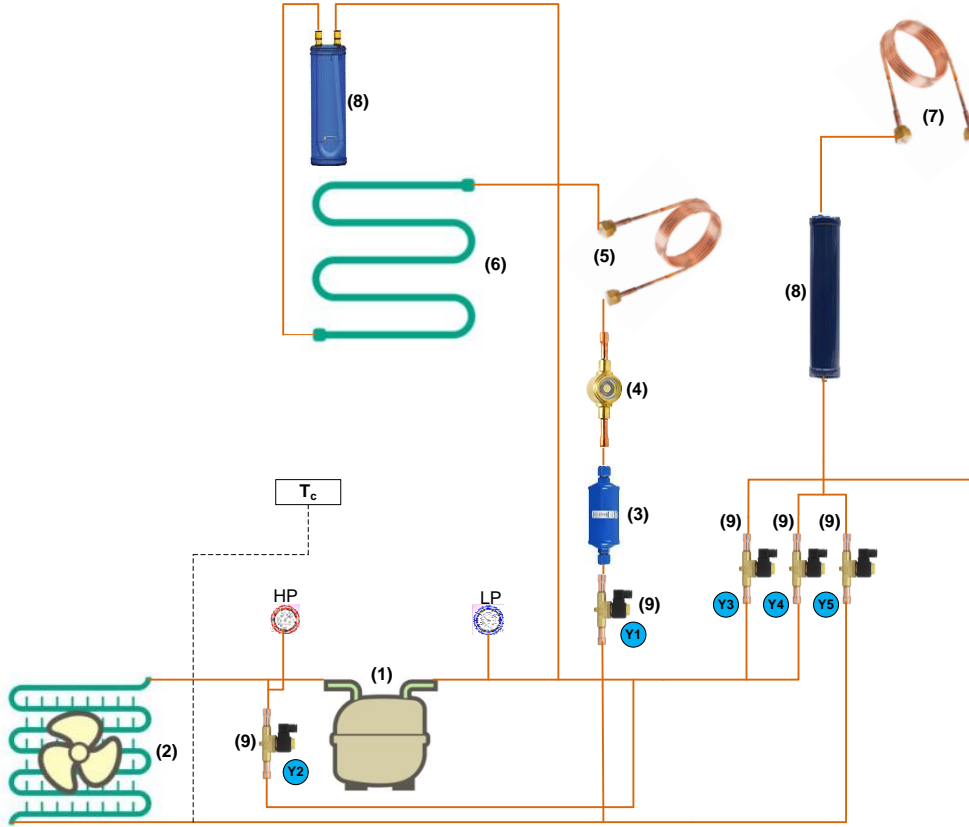
Şekil 2. Deney sisteminin genel görünüşü

Tablo 1. Deney düzeneğinde kullanılan ekipmanların özellikleri

Ekipmanlar	Teknik Özellikler
Kompresör	Hermetik pistonlu, Akışkan: R134a, Güç: 288 W
Kondenser	Hava soğutmalı, max. hacimsel hava akış oranı: 300 m ³ /h
Evaporatör	Çıplak borulu, max. hacimsel hava akış oranı: 180 m ³ /h
Genleşme Valfi	Kılcal borulu, 1.5 m
Soğutma kapasitesi	463 W, R134a soğutucu akışkan
Akümülatör	Emiş hattı ve sıvı hattı, Çalışma basıncı: 33 bar, Min.Max sıcaklık: -10 ⁰ C-

	+100 ⁰ C
Drayer	Kaynaklı
Gözetleme camı	Kaynaklı
Gaz Dolum Cihazı	Dijital terazili gaz şarj istasyonu, Basınç gösterge: 0..30 Bar
Manometre	Soğutma grupları için, alttan çıkışlı direk bağlantılı, Basınç aralığı: -1..9 Bar/-1..24 Bar
Termal Kamera	Flir E8-XT 320x240 (76800 piksel), -20 °C – 550 °C

Şekil 2'de gösterildiği gibi, soğutma arıza teşhis düzeneği, soğutucu akışkanı kondensere, oradan genişleme valfine, sonrasında evaporatöre ileten bir kompresöre sahiptir. Kondenserin üzerine yerleştirilmiş bir fan sayesinde hava üflenerek kondenserin ısısının atılması sağlanmaktadır. Soğutucu akışkan filtre-kurutucu, gözetleme camı, bir genişleme elemanından geçerek evaporatöre ulaşmaktadır. Emme hattından soğutucu akışkan kompresöre geri dönmektedir.



Komponentler/Ölçüm ekipmanları

1	Kompresör	6	Evaporatör
2	Kondenser	7	Kılcal boru
3	Drayer-kurutucu	8	Akümülatör

4	Gözetleme camı	9	Selenoid valf
5	Genleşme valfi	HP	Kond. giriş (Yüksek basınç manometresi)
		LP	Evap. çıkış (Alçak basınç manometresi)

Şekil 3. Deney sisteminde kullanılan tüm komponentler ve ölçüm ekipmanların pozisyonları

2.5 Arızalar

Deney sistemi seçilen soğutma arızalarını simüle etmek için kullanılacaktır. Bu sistemle üç farklı arıza oluşturulabilir. Tablo 2’de bu arızalar ve kısaltmaları gösterilmiştir.

Tablo 2. Arıza Listesi ve Kısaltmalar

ARIZALAR	KISALTMALAR
Kompresör arızası (Compressor Failure)	CF
Genleşme valfi tıkalı arızası (Restricted Expansion Valve)	REV
Kirli kondenser arızası (Dirty Condenser)	DC
Normal Çalışma (Normal Condition)	NC

Deney sisteminde bu arızaların daha iyi anlaşılması için normal çalışma koşullarının bilinmesi arıza tespit ve teşhisi için gereklidir. 20 °C ortam sıcaklığında tutulan ortamda deneyler yapılmıştır.

NC: Normal, sistemin hatasız normal çalışma durumudur. Deney sırasında (Y1) selenoid valfi açık, diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır.

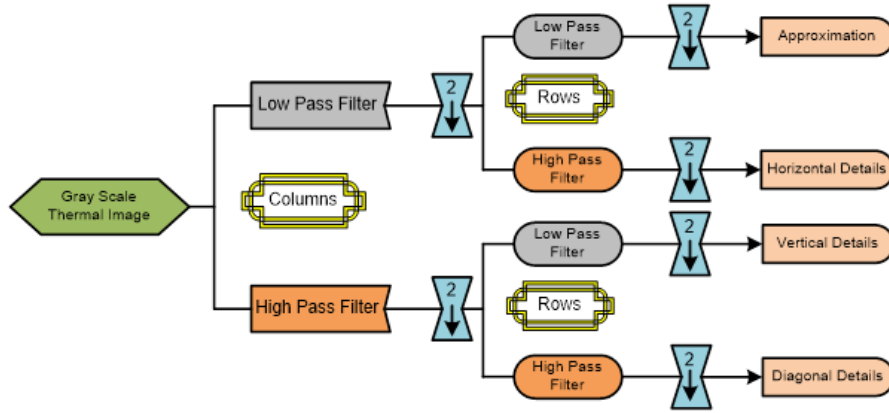
DC: Kondenser yüzeyi zamanla toz, is ve nem gibi çeşitli sebeplerden dolayı lamel araları dolup tıkanabilir. Yüksek basınç altında ve yüksek ısıda olan soğutucu akışkanın, aynı basınç altında, ısısının alınarak sıvı hale gelmesi için gerekli hava miktarı kondenserdan geçememektedir. Lamellerin hava ile teması mümkün olmadığından ısı transferi zayıflamış olur. Deney sırasında (Y3) ve (Y4) selenoid valfleri açık ile diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Soğutma çevriminin verimliliğinde azalma meydana gelir. Soğutma kapasitesinde azalma görülür.

REV: Genleşme valfi, orta sıcaklıktaki ve yüksek basınçlı sıvı soğutucunun kısılmasından geçerek düşük sıcaklıkta ve düşük basınçlı ıslak buhar olmasını sağlar ve soğutucu, soğutma etkisini elde etmek için evaporatördeki ısıyı emer. Soğutucu akışkanın debisi azalacağından soğutma kapasitesi de azalmaktadır. Deney sırasında normalde açık durumda olan (Y1) selenoid valfi ile diğer tüm selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Böylece, kompresörün sesinin değiştiği ve kompresörün zorlandığı görülür. Soğutma kapasitesinde azalma görülür.

CF: Soğutma kompresörüne sıvı yürümesi, eksik yağlama, sistemin kirli olması ve aşırı ısınma gibi sebeplerden dolayı kompresör arızalanabilir. Deney sırasında (Y1) ve (Y2) selenoid valfleri açık diğer selenoid valfler kapalı durumda olacaktır. Soğutma kapasitesinde azalma görülecektir.

2.4 Özellik Oluşturma

İki boyutlu ayırık dalgacık dönüşümü 2D-DWT uzay ve frekans domainlerindeki görüntünün detaylarının yakalanmasında ve çok ölçekli temsil yapısı özelliği ile faydalı bir görüntü işleme aracıdır. Bu çalışma içerisinde hızlı görüntü analizi gerçekleştirme, görüntü özelliklerini koruma ve yüksek oranlarda görüntü sıkıştırma özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir (Mi ve Lan, 2003).



Şekil 4. 2D-DWT ayrıştırma algoritmasının akış diyagramı

Şekil 4 de gösterildiği gibi, LL alt bandı giriş görüntüsünün yaklaşım değerini, LH alt bandı horizontal özelliklerini, HL görüntünün dikey özelliklerini çıkartmak için kullanılırken, HH özelliği giriş görüntüsünün köşegenleri boyunca kenarlara vurgu yapmaktadır. Giriş görüntüsü (Io) olarak tanımlanırsa 2D-DWT çıkışındaki alt görüntüler Eq. 1 de ki matematiksel eşitliklerde sunulmuştur.

$W_{01}(p, q) = [Lx * [Lx * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	(1)
$W_{11}(p, q) = [Lx * [Hy * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	
$W_{21}(p, q) = [Hx * [Ly * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	
$W_{31}(p, q) = [Hx * [Hy * Io] \downarrow 2] \downarrow 2(p, q)$	

Eşitlikte ki \downarrow ve $*$ işaretleri sırasıyla giriş görüntüsünün alt örnekleme ve evrişim işlemlerini temsil etmektedir. Lx , Ly , Hx ve Hy düşük ve yüksek geçiren filtreler olarak belirtilmiştir. Soğutma sisteminde oluşturulan 3 arıza koşullarının sonucunu belirlemek için, önerilen çalışma içerisinde, 2D-DWT'nin tüm ayrıştırma seviyeleri dikkate alınmıştır.

2.5 Özellik Seçimi

Özellik seçimi, tahmine dayalı bir model olup, veri seti içindeki özellik sayısını azaltma işlemini gerçekleştirmektedir. Özellik seçimi, öncelikle bilgilendirici olmayan veya gereksiz tahmin unsurlarını modelden kaldırmaya odaklanır (Erbayram ve Erisoglu, 2021).

minimum Redundancy Maximum Relevance (mRMR) içerisinde yer alan Karşılıklı Bilgi (Mutual Information MI) sınıf ve özellik arasındaki evrişim seviyesini ve özellikler arasındaki benzerlik seviyesini ölçmek için kullanılmaktadır. Bu tanımlamaya göre, aralarındaki fazlalığı azaltmak için özelliklerin MI'sı en aza indirilirken yüksek alaka düzeyini korumak amacı ile özellik ve sınıfın MI'sı maksimize edilmektedir. mRMR yöntemi de alaka düzeyi (relevance) ile fazlalığı (redundancy) eş zamanlı olarak düşünen MI esaslı özellik seçim yöntemidir (Peng, Long ve Ding, 2005).

Neighborhood Component Analysis (NCA), sınıflama algoritmalarının doğru sınıflama olasılığını en büyükmeyi amaçlayan parametrik olmayan özellik seçim algoritmasıdır. Komşuluk bileşen analizinde doğru sınıflama olasılığını en büyükmeyen şekilde özelliklerin ağırlıklandırılması gerçekleştirilir. Komşuluk bileşen analizinde verilen amaç fonksiyonunu en büyükmeyen şekilde ağırlık vektörü tahmin edilmektedir (Yang, Wang ve Zuo, 2012).

ReliefF Algorithm (rf) özelliklerin, birimlerin ait olduğu sınıftaki en yakın komşuları ile ait olmadığı sınıftaki en yakın komşuları arasındaki uzaklık farklılıklarına dayalı olarak ağırlıklandırılması esasına dayanmaktadır (Kononenko, 1994).

2.6 Arıza Sınıflandırma

Bu çalışma içerisinde karar verme işlemi için özniteliklerin özellik seçimi yapıldıktan sonra eğitim ve test aşaması gerçekleştirilmiştir. Soğutma sisteminde uzaktan arıza tespiti için Linear Discriminant Analysis (LDA), Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF) ve Recurrent Neural Network (RNN) sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır.

Linear Discriminant Analysis (LDA) 1936 yılında R. A. Fisher tarafından tanımlanan köklü bir istatistiksel tabanlı sınıflandırma yöntemidir (Fisher, 1936). LDA yöntemi iki veya daha fazla grubu sınıflandırmak için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Sınıf içi dağılım matrisini en aza indirirken sınıflar arası dağılım matrisini en üst düzeye çıkaran bir vektörü tanımlamaktadır. Normal dağılım gösteren değişkenleri varsayar ve varsayımın gerçekleşmesi durumunda doğru sonuçlar vermektedir. Çok değişkenli veri kümelerini basitleştiren doğrusal denklemler üretmektedir (Ricciardi, Valente, Edmund, Cantoni, Green, Fiorillo, Picone, Santini ve Cesarelli, 2020), (Lewis, 2017).

Support Vector Machine (SVM) Vladimir Vapnik ve arkadaşlarının 1995 yılında geliştirdikleri hem regresyon hem de sınıflandırma için kullanılabilen bir algoritmadır. Çok boyutlu bir uzayda doğrusal dağılan verileri birbirinden bir doğru veya düzlem ile en uygun iki sınıfa ayıran hiper düzlemden (karar doğrusundan) oluşmaktadır (Vapnik, 1999). Bu algortmada sonsuz tane hiper düzlem çizilebilse de amaç en uygun hiper düzlemi belirlemektir (Dogru ve Subasi, 2018), (Sarikaya, Hinton, ve Deoras, 2014).

Random Forest (RF) eğitim verilerinin yeniden örneklenmesiyle karar ağaçlarının oluşturduğu hem sınıflandırmanın hem de regresyonun gerçekleştirilebildiği parametrik olmayan bir topluluk öğrenme algoritmasıdır. Bundan dolayı karar ağaçlarından çıkan sınıf türüne oy vererek sınıflandırma veya tahmin doğruluğu önemli ölçüde iyileştirmektedir (Breiman, 2001). Tüm öğrenme örneğini içeren kök düğümden başlayarak, bir düğümdaki verileri birçok alt düğüme bölmekte ve ikili karar ağaçları oluşturulmaktadır. Daha sonra her ağaç bazı x girdileri için bir oy kullanır ve sınıflandırıcının çıktısı ağaçların çoğunluk oyu ile belirlenmektedir (Khalilia, Chakraborty ve Popescu, 2011).

Recurrent Neural Network (RNN) de sürekli eski bilginin üst üste konulması şeklinde bir düşünme yapısı vardır. Geleneksel sinir ağlarında bu birikimli öğrenme düzeni gerçekleştirilemez. Geleneksel sinir ağlarında bu şekilde bir bağımlılık modellenemediği için, bu soruna çözüm üretmek üzere RNN yapısı önerilmiştir. Bu ağ yapısı öğrenme aşamasında, eski bilginin sonraki adımlarda kullanılabilmesine imkân vermektedir (Mikolov, Karafiát, Burget, Cernocký ve Khudanpur, 2010). RNN hücrenin çıkışında üretilen bilgi tekrar bir sonraki adımda girdi olarak kullanılmaktadır. Böylece önceki bilgilerin sonraki adımlara aktarılması sağlanmış olmaktadır (Hochreiter ve Schmidhuber, 1997).

2.7 Arıza Tespit Sınıflandırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sınıflandırma yöntemleri ile elde edilen sonuçların başarısını ölçmek için yarı küresel performans matrisi olan Karmaşıklık Matrisi (Confusion Matrix) kullanılmıştır. Bu matris sınıflandırma yöntemleri ile elde edilen gerçek ve tahmini veriler hakkında bilgi vermektedir.

Tablo 3. Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesi Karmaşıklık Matrisi

Gerçek Sınıflar		Normal Durum		i. Arıza
	Normal Durum	n_{11}	...	n_{1j}
	...			

	i. Arıza	n_{i1}		n_{ij}
	Tahmin Edilen Sınıflar			

Tablo 3 de ki (n_{ij}) terimlerinde, kullanılan i . alt indis sınıflandırıcı tarafından tahmin edilen sınıfa karşılık gelirken, j . alt indis ise ait olduğu gerçek sınıfı temsil etmektedir. Buna göre, sağ köşegen öğeler ($i=j$) doğru sınıflandırılmış örnekler karşılık gelirken, köşegen dışı terimler ($i \neq j$) yanlış sınıflandırılmış örnekleri temsil etmektedir.

Özellikle bir sınıf i düşünüldüğünde, örneklerin çeşitliliğini dört ayrı gruba ayrılabilir. Bunlar sırasıyla gerçek pozitifler (TP) ve gerçek negatifler (TN) modelin doğru olarak tahminlendiği, yanlış pozitif (FP) ve yanlış negatif (FN) ise modelin yanlış olarak tahminlendiği alanlardır.

Örneklerin gruplandırılma sayılarının belirlenmesinde şu eşitlikler kullanılmaktadır; $n_{TP} = n_{i,j}$, $n_{FP} = n_{i,+} - n_{i,j}$, $n_{FN} = n_{+,j} - n_{i,j}$ ve $n_{TN} = n - n_{TP} - n_{FP} - n_{FN}$. Eşitliklerde ki $n_{i,+}$ ve $n_{+,j}$ terimleri i . satır ve j . sütunlardaki karşılıklı matrisinin elementlerinin toplamıdır.

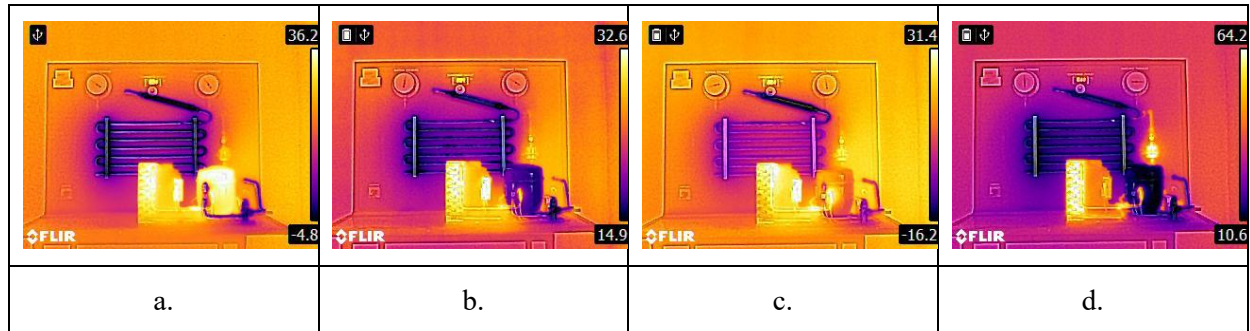
Tablo 4. Sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler

Değerlendirme Kriteri	Matematiksel Eşitliği
Doğruluk (Accuracy)	$Acc = \frac{n_{TP} + n_{TN}}{n_{TP} + n_{TN} + n_{FP} + n_{FN}}$
Duyarlılık (Sensitivity)	$Sen = \frac{n_{TN}}{n_{TN} + n_{FP}}$
Kesinlik (Precision)	$Pre = \frac{n_{TP}}{n_{TP} + n_{FP}}$
F-Skor (F-Scor)	$F - Scor = 2 + \frac{Pre * Sen}{Pre + Sen}$

Bu çalışmada sınıflandırıcıların başarısını ölçmek için kullanılan değerlendirme kriterleri Tablo 4'de verilmiştir. Doğruluk oranı modelde doğru tahmin edilen alanların toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktadır. Kesinlik pozitif olarak tahmin ettiğimiz değerlerin gerçekten kaç adedinin pozitif olduğunu göstermektedir. Duyarlılık ise pozitif olarak tahmin edilmesi gereken işlemlerin ne kadarını pozitif olarak tahmin edildiğini gösteren bir metriktir. F-Skor değeri kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasıdır ve $[0,1]$ aralığında değer almaktadır.

BULGULAR

Soğutma sisteminde normal çalışma şartları Normal Condition (NC) olarak adlandırılmış olup örnek yüzey gösterimi Şekil 5.a da sunulmuştur. Evaporatör, kondenser, kompresör ile emme ve basma hattı yüzey sıcaklıkları normal görünümündedir. Soğutma sisteminde arızalı kompresör Compressor Failure (CF) durumunda (Şekil 5.b), emme ve basma hattı ile kompresör, kondenser ve evaporator yüzey sıcaklıklarında azalma olduğu göze çarpmaktadır. Bunun nedeni ise sistemde dolaşan soğutucu akışkan debisinin olması gerekenden az ya da hiç olmamasıdır. Soğutma kapasitesinde azalma olacaktır. Sistemde çok az soğutucu akışkan varsa, kompresör sıkıştırma görevini gerçekleştirmek için imal edildiğinden zarar görmeye başlayacaktır. Bu işlem devam ettiği sürece kompresör gördüğü zarar nedeni ile soğutma sistemi zamanla tamamen durma sürecine girmiş olacaktır. Tıkalı genleşme valfi arızası olması durumunda Restricted Expansion Valve (REV) olarak tanımlanmıştır ve örnek bir yüzey gösterim şekli Şekil 5.c de verilmiştir. Emme ve basma hattı ile kompresör, kondenser ve evaporator yüzey sıcaklıklarında artış olduğu görülecektir. Bu duruma en iyi örnek, Şekil 5c'de evaporatörün diğer görüntülere göre daha sıcak olması ve görüntünün daha mavi görünmesidir. Sebebi ise sistemde dolaşmakta olan soğutucu akışkan debisinin olması gerekenden az ya da hiç olmamasıdır. Mekanik arızalar sınıfına giren son arıza çeşidi kondenserin kirlenmesidir ve Dirty Condenser (DC) olarak adlandırılmıştır. Bununla ilgili örnek yüzey görüntüsü Şekil 5.d de gösterilmiştir. Bu arızanın uzun süreli devam etmesi halinde ise kompresörün performanslı çalışması engellenecek ve aşırı yük bineceğinden, soğutma görevinin gerçekleşmesini olumsuz etkileyecek başka arızalara sebebiyet verecektir.



Şekil 5. Soğutma sisteminden elde edilen normal ve 3 arıza durum için örnek kızılötesi görüntüleri

a. NC b. CF c. REV d. DC

Soğutma sisteminde ki normal ve arıza durumlarında Şekil 5 de gösterildiği gibi kızılötesi görüntüler arasında farklar belirgin şekilde oluşmuştur. Görüntülerde oluşan bu farklı durumlar, sınıflandırarak uzaktan arıza teşhisi yapmak için önerilen yöntemin uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Soğutma sistemi mekanik arıza durumları için, DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcıları NCA, mRMR ve rf özellik seçimi metotlarından elde edilen veri setlerine uygulanmıştır. Önerilen bu çalışma, Intel(R) Core(TM) i5-4200U CPU @ 1.60GHz 2.30 GHz işlemci ve 6,00 GB RAM özelliklerine sahip bilgisayarda MATLAB 2021a versiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5 de gerçekleştirilen sınıflandırıcıların karmaşıklık matrisi sonuçlarına yer verilmiştir. NCA, mRMR ve rf özellik seçim metotları karşılaştırıldığında, rf tabanlı yöntemin uygulanması sonucunda sınıflandırıcılar daha iyi sonuçlar ürettiği görülmektedir. Örneğin **Tablo 5** de ki rf ile yapılan RNN sınıflandırıcı doğru tahmin sonuçları NC 28, FC 30, DC 28 ve BEV 30 iken, NCA ile yapılan RNN sınıflandırıcı sonuçları NC 26, FC 26, DC 25 ve BEV 26 çıkmıştır.

NCA, mRMR ve rf özellik seçim yöntemlerinin kendi aralarında karşılaştırması yapılması durumunda ise RNN sınıflandırıcısını diğer sınıflandırıcılara göre yüksek performansta çalıştığı tespit edilmiştir. Bu sınıflandırıcıyı DA, RF ve son olarak SVM izlemiştir. Örneğin **Tablo 5** de NCA için RNN 26 26

25 26 doğru sonuç bulurken sırasıyla DA 24 27 21 24, RF 23 26 19 26 ve son olarak SVM 24 26 17 19 doğru sonuçlar bulmuşlardır. Önerilen çalışmanın performansını değerlendirmek için karmaşıklık matris sonuçlarına bakılarak kesin bir yargıya varmak veya karşılaştırma yapmak güçtür. Bunu için **Tablo 6**'da, sınıflandırıcıların başarısını ölçmek için kullanılan değerlendirme sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 6 deneysel veri seti için seçilen öznelikleri girdi olarak kullanan tüm sınıflandırıcılar için accuracy, sensitivity, precision ve F-Score performans ölçüm sonuçlarını içermektedir. NCA için sınıflandırıcıların sınıflandırma accuracy sırasıyla 0,800, 0,717, 0,783 ve 0,858 mRMR için 0,800, 0,733, 0,750 ve 0,925 iken rf için 0,792, 0,733, 0,758 ve 0,967 elde edilmiştir. Sadece RNN sınıflandırıcısında rf özellik seçim yönteminin daha iyi performans gösterdiği NCA içinde de SVM sınıflandırıcısının en düşük doğruluk değerine sahip olduğu görülmektedir. Özellik seçim yöntemlerinde rf yönteminde çalıştırılan sınıflandırıcılar arasında ise RNN sınıflandırıcısı accuracy 0,967, sensitivity 0,933, precision 0,933, F-Score 0,933 and G-Mean 0,955 değerleri ile ön plana çıkararak, en iyi performans göstermiştir.

Tablo 5. NCA, mRMR ve rf özellik seçim metotları kullanılarak DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcılarının Karmaşıklık Matris sonuçları

	DA	SVM	RF	RNN																																																																																																																								
NCA	<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>24</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>21</td><td></td><td>7</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>4</td><td></td><td>24</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	24	1	4	1	DC	2	21		7	FC	2		27	1	NC	2	4		24		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>19</td><td>7</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>17</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td>1</td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>24</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	19	7	3	1	DC	2	17		11	FC	2	1	26	1	NC	1	4	1	24		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>26</td><td>3</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>19</td><td></td><td>9</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td>1</td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>5</td><td></td><td>23</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	26	3	1		DC	2	19		9	FC	2	1	26	1	NC	2	5		23		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>26</td><td>1</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>25</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>26</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td></td><td>4</td><td></td><td>26</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	26	1	3	1	DC	2	25	1	2	FC	2		26	1	NC		4		26		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class			
BEV	24	1	4	1																																																																																																																								
DC	2	21		7																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	2	4		24																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	19	7	3	1																																																																																																																								
DC	2	17		11																																																																																																																								
FC	2	1	26	1																																																																																																																								
NC	1	4	1	24																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	26	3	1																																																																																																																									
DC	2	19		9																																																																																																																								
FC	2	1	26	1																																																																																																																								
NC	2	5		23																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	26	1	3	1																																																																																																																								
DC	2	25	1	2																																																																																																																								
FC	2		26	1																																																																																																																								
NC		4		26																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
mRMR	<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>22</td><td>2</td><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>20</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td>27</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	22	2	6		DC	2	20		8	FC	2		27	1	NC	1	2		27		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>21</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>DC</td><td>2</td><td>17</td><td></td><td>11</td></tr> <tr><td>FC</td><td>2</td><td></td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>4</td><td>1</td><td>23</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	21	4	3	2	DC	2	17		11	FC	2		27	1	NC	2	4	1	23		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>24</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>DC</td><td>1</td><td>17</td><td></td><td>12</td></tr> <tr><td>FC</td><td>1</td><td>1</td><td>27</td><td>1</td></tr> <tr><td>NC</td><td>2</td><td>6</td><td></td><td>22</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	24	1	4	1	DC	1	17		12	FC	1	1	27	1	NC	2	6		22		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class				<table border="1"> <tr><td>BEV</td><td>27</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>DC</td><td></td><td>27</td><td></td><td>2</td></tr> <tr><td>FC</td><td>3</td><td></td><td>29</td><td></td></tr> <tr><td>NC</td><td></td><td>2</td><td></td><td>28</td></tr> <tr><td></td><td>BEV</td><td>DC</td><td>FC</td><td>NC</td></tr> <tr><td></td><td colspan="4">Predicted Class</td></tr> </table>	BEV	27	1	1		DC		27		2	FC	3		29		NC		2		28		BEV	DC	FC	NC		Predicted Class			
BEV	22	2	6																																																																																																																									
DC	2	20		8																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	1	2		27																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	21	4	3	2																																																																																																																								
DC	2	17		11																																																																																																																								
FC	2		27	1																																																																																																																								
NC	2	4	1	23																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	24	1	4	1																																																																																																																								
DC	1	17		12																																																																																																																								
FC	1	1	27	1																																																																																																																								
NC	2	6		22																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											
BEV	27	1	1																																																																																																																									
DC		27		2																																																																																																																								
FC	3		29																																																																																																																									
NC		2		28																																																																																																																								
	BEV	DC	FC	NC																																																																																																																								
	Predicted Class																																																																																																																											

rf	True Class	BEV	DC	FC	NC
	BEV	23	3	4	1
	DC	3	19	1	8
	FC	2	1	27	1
	NC	2	2	1	26
		BEV	DC	FC	NC
		Predicted Class			

True Class	BEV	DC	FC	NC
BEV	21	4	4	1
DC	2	18	1	10
FC	2	1	26	1
NC	1	5	1	23
	BEV	DC	FC	NC
	Predicted Class			

True Class	BEV	DC	FC	NC
BEV	27	2	1	1
DC	3	17	1	10
FC	4	1	25	1
NC	1	6	1	22
	BEV	DC	FC	NC
	Predicted Class			

True Class	BEV	DC	FC	NC
BEV	30	1	1	1
DC	1	28	1	1
FC	1	1	30	1
NC	1	2	1	28
	BEV	DC	FC	NC
	Predicted Class			

Tablo 6. DA, SVM, RF ve RNN sınıflandırıcılarının performans değerlendirme sonuçları

Feature Selection Metod	Class. Metod	Accuracy	Sensitivity	Precision	F-Score	Time
NCA	DA	0,800	0,800	0,571	0,667	2,879
	SVM	0,717	0,800	0,462	0,585	2,753
	RF	0,783	0,767	0,548	0,639	2,429
	RNN	0,858	0,867	0,667	0,754	19,188
mRMR	DA	0,800	0,900	0,563	0,692	1,222
	SVM	0,733	0,767	0,479	0,590	1,774
	RF	0,750	0,733	0,500	0,595	1,765
	RNN	0,925	0,933	0,800	0,862	12,804
rf	DA	0,792	0,867	0,553	0,675	1,164
	SVM	0,733	0,767	0,479	0,590	1,534
	RF	0,758	0,733	0,512	0,603	1,618
	RNN	0,967	0,933	0,933	0,933	14,331

RNN sınıflandırıcısının diğer sınıflandırıcılardan tek dezavantajı işlem süresidir. Ayrıca RNN dışındaki sınıflandırıcıların işlem sürelerine bakıldığında en düşük işlem süresi rf özellik seçim yöntemlerinde (DA 1,164s, SVM 1,534s, RF 1,618) gerçekleşmiştir. İşlem hızı olarak en iyi sınıflandırıcı performansı 1,164s ile rf özellik seçiminde DA sınıflandırıcısına aittir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu makale, kızılötesi görüntüler kullanarak, soğutma sistemlerinde mekanik arızaları teşhis etmek için otomatik arıza tespit çalışması sunmaktadır. Termal görüntüler, 2D-DWT işlemine tabi tutulmuş, ardından NCA, mRMR ve rf yöntemleri ile özellik seçimi gerçekleştirilmiştir. Seçilen öznelikler, sınıflandırma ve performans değerlendirmesi için DA, SVM, RF ve RNN algoritmalarına sokulmuştur.

Mevcut çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Soğutma sisteminde ki normal ve arıza durumlarında kızılötesi görüntüler arasında farklar belirgin şekilde meydana gelmiş olup, 2D-DWT termal görüntüleri başarıyla ayırtmıştır.
- rf tabanlı öznelik seçiminin, sınıflandırıcıların performansını artırmak için en uygun öznelik vektörünü elde etmede faydalı olduğu bulunmuştur.
- RNN kullanan termal görüntülere dayalı sınıflandırma metodu değerlendirme kriterleri yönünden DA, SVM ve RF'den daha iyi performans göstermiştir.

Sınıflandırma sonuçları arızaları tespit etmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Geleneksel sıcaklık, basınç ve elektriksel ölçümler ile arıza belirleme yöntemlerine göre, gerçekleştirilen sistemin kullanım kolaylığı, uzaktan ölçüm ve hızlı tespit gibi özelliklerinden dolayı uygulanabilir olduğu görülmüştür.

İlerleyen çalışmalar için 2D-DWT özellik oluşturma yönteminin termal görüntülerde tercih edilmesi yerine doku veya sıcaklık bilgilerinin özellik oluşturulması üzerine çalışılması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Erdogmus, F. N., Öder, M., Ezber, A. B., & Kalkan, O. 1 (2023). Investigation of Cooling Systems Faults, Control and Management Models. *Orclever Proceedings of Research and Development*, Cilt 2, s. 68-80.

Kocyigit, N., Bulgurcu, H., & Lin, C.X. (2014). Fault diagnosis of a vapor compression refrigeration system with hermetic reciprocating compressor based on ph diagram. *International journal of refrigeration*, 45 s. 44-54.

Katırcıoğlu, F., & Cingiz, Z. (2023). Soğutma Sistem Arızalarında Yüzey Sıcaklıklarının Kızılötesi Görüntü İşleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 11, s. 139-156.

Bogdanovská, G., Molnar, V., & Fedorko, G. (2019). Failure analysis of condensing units for refrigerators with refrigerant R134a, R404A. *International Journal of Refrigeration*, 100 s. 208-219.

Wang, Z., Wang, L., Liang, K., & Tan, Y. (2018) Enhanced chiller fault detection using Bayesian network and principal component analysis. *Applied Thermal Engineering*, Cilt 141, s. 898-905.

Soğutma Sistemlerindeki Soğutucu Akışkan Kaçak Tespiti İçin Kızılötesi Görüntüler Üzerinde Pearson Korelasyon Benzerlik Analiz Yönteminin Kullanılması. Katırcıoğlu, F., Cingiz, Z., Çay, Yusuf., Gürel, A., & Kolip, A. 2020, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, s. 28-36.

Nasiri, A., Taheri-Garavand, A., Omid, M., & Carlomagno, G. M. (2019). Intelligent fault diagnosis of cooling radiator based on deep learning analysis of infrared thermal images. *Applied Thermal Engineering*, Cilt 163, s. 114410.

Mehta, A., Goyal, D., Choudhary, A., Pabla, B. S., & Belghith, S. (2021). Machine learning-based fault diagnosis of self-aligning bearings for rotating machinery using infrared thermography. *Mathematical Problems in Engineering*, s. 1-15.

Mi, C., & Lan, W. (2003). Haar Wavelet Transform application in image processing. *Ningxia Engineering Technology*.

Erbayram, T., & Erisoglu, M. (2021). Yeni bir özellik seçim yöntemi ile özellik seçim yöntemlerinin sınıflama performanslarının karşılaştırılması. *Nicel Bilimler Dergisi*, 3(1), 72-90.

Peng, H., Long, F., & Ding, C. (2005). Feature selection based on mutual information criteria of max-dependency, max-relevance, and min-redundancy. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 27(8), 1226-1238.

Yang, W., Wang, K., & Zuo, W. (2012). Neighborhood component feature selection for high-dimensional data. *J. Comput.*, 7(1), 161-168.

Kononenko, I. (1994, April). Estimating attributes: Analysis and extensions of RELIEF. In *European conference on machine learning* (pp. 171-182). Springer, Berlin, Heidelberg.

Fisher, R. A. (1936). The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of eugenics*, 2, Cilt 7, s. 179-188.

Ricciardi, C., Valente, A. S., Edmund, K., Cantoni, V., Green, R., Fiorillo, A., Picone, I., Santini, S., Cesarelli, M. (2020). Linear discriminant analysis and principal component analysis to predict coronary artery disease. *Health informatics journal*, 3, Cilt 26, s. 2181-2192.

Lewis, D. N. (2017). *Machine Learning Made Easy with R: An Intuitive Step by Step Blueprint for Beginners*. Kalifornia : CreateSpace Independent Publishing Platform.

Vapnik, V. (1999). *The nature of statistical learning theory*. basım yeri bilinmiyor : Springer science & business media.

Dogru, N., Subasi, A., Jeddah (2018). Traffic accident detection using random forest classifier. 2018 15th Learning and Technology Conference (L T), Saudi Arabia.

Sarikaya, R., Hinton, G., Deoras, A. (2014) Application of Deep Belief Networks for Natural Language Understanding. IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 4, Cilt 22, s. 778-784.

Random forests. L., Breiman. 1 (2001). Machine learning, Cilt 45, s. 5-32.

Khalilia, M., Chakraborty, S., Popescu, M. (2011). Predicting disease risks from highly imbalanced data using random forest. BMC medical informatics and decision making, Cilt 11, s. 1-13.

Mikolov, T., Karafiát, M., Burget, L., Cernocký, J., & Khudanpur, S. (2010). Recurrent neural network based language model. In Interspeech (Vol. 2, No. 3, pp. 1045-1048).

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural computation 9 (8): 1735-1780.

**ATRIYAL SEPTAL DEFEKT, VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT VE PULMONER
DUKTUS ARTERİYOZUSLU ÇOCUKLARDA KATETERİZASYON ÖNCESİ VE SONRASI
HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİ**

**NURSING INTERVENTIONS BEFORE AND AFTER CATHETERISATION IN CHILDREN
WITH ATRIAL SEPTAL DEFECT, VENTRICULAR SEPTAL DEFECT AND PULMONARY
DUCTUS ARTERIOSUS**

Mehmet BULDUK

Doktor Öğretim Üyesi ¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-9341-3346>

Ercan GÜNEŞ

Yüksek Lisans Hemşire ²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-6378-0049>

Veysel CAN

Doktor Öğretim Üyesi ³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Van, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0001-5982-183X>

ÖZET

Doğumsal kalp hastalıklarının çocuk ve aile üzerindeki sosyal, ekonomik ve psikolojik baskısının önlenmesi en önemli korunma yöntemidir. Korunmanın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hastalıkların etiolojisinde rol oynayan genetik ve çevresel faktörlerin bilinmesi ve bunların ortadan kaldırılması, özellikle risk altındaki ailelerin eğitilmesi ve prenatal tam yöntemlerle doğumsal kalp hastalıklarının ve farklı sistemlere ait hastalık, anomali ve belirtilerin gebelik sırasında tespit edilmesi gerekmektedir. Bu tetkiklerle; Pulmoner Duktus Arteriozus (PDA) açıklığı, ASD ve VSD gibi patolojiler de tespit edilebilmektedir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda belirlenen riskler, eğitim ve kültür düzeyine uygun olarak anlaşılır bir şekilde aileye aktarılmalı, konuşma sırasında tüm olasılıklardan bahsedilmelidir. Tespit edilen bu hastalıklar kateterizasyon veya cerrahi müdahaleler ile düzeltilebilir. Özellikle çocuk hastaların bu işlemlere psikolojik olarak hazırlanması çok önemlidir. Servise kabul edilen çocuklar güler yüzle karşılanmalıdır. İşlem yapılacak çocuklarla oyunlar oynanarak işlemin ağrısız olacağı anlatılmalıdır. Hastalar psikolojik olarak işleme hazırlanmalıdır. Hastalar laboratuvarında 2-4 saat kalabilir. Bu süre zarfında hastanın pozisyonunun rahatlığı önemlidir. Hemşire pozisyon verirken omurgayı desteklemek için boyun arkasına, dirsek ve kolların altına, dizlerin arkasına yumuşak yastıklar yerleştirmelidir. Çok küçük çocuklarda baş sarılarak vücut ısısı korunmalı, kollar ve bacaklar sıcak bir bandajla sarılarak vücut ısısı ve sıcaklığı korunmalıdır. Hemşire hastayı işleme hazırlar ve üzerinin steril örtülmesine yardımcı olur. Yaşamsal bulguları izler. IV sıvı verir ve hekime yardımcı olur. İlaç tedavisini hazırlar ve uygular. İşlem sonrasında hastaların kasık bölgeleri sık sık izlenmeli ve kanama olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hayati bulgular izlenmeli ve kaydedilmelidir. Olumsuz bir durumla karşılaşıldığında doktor bilgilendirilerek gerekli müdahaleler yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: ASD, VSD, PDA Hemşire, Kateter, Çocuk

ABSTRACT

Prevention of social, economic and psychological pressure on the child and the family from congenital heart diseases is the most important prevention method. In order to perform prevention successfully, it is necessary to know the genetic and environmental factors that play a role in the etiology of the diseases and to eliminate them, to educate especially the families at risk and to detect congenital heart

diseases and anomalies and symptoms of different systems during pregnancy with prenatal complete methods. With these examinations; pathologies such as Pulmonary Ductus Arteriosus (PDA) patency, ASD and VSD can also be detected. The risks determined in line with the information obtained should be conveyed to the family in a comprehensible manner in accordance with the level of education and culture, and all possibilities should be mentioned during the conversation. These detected diseases can be corrected by catheterisation or surgical interventions. Especially psychological preparation of paediatric patients for these procedures is very important. Children admitted to the ward should be welcomed with a smiling face. It should be explained that the procedure will be painless by playing games with the children undergoing the procedure. Patients should be psychologically prepared for the procedure. Patients can stay in the laboratory for 2-4 hours. During this time, the comfort of the patient's position is important. While positioning, the nurse should place soft pillows behind the neck, under the elbows and arms, and behind the knees to support the spine. In very young children, body temperature should be maintained by wrapping the head, and body temperature and warmth should be maintained by wrapping the arms and legs with a warm bandage. The nurse prepares the patient for the procedure and helps to sterile cover him/her. Monitors vital signs. She/he inserts IV fluid and assists the physician. Prepares and administers drug therapy. After the procedure, the groin areas of the patients should be monitored frequently and checked for bleeding. Vital signs should be monitored and recorded. When a negative situation is encountered, necessary interventions should be made by informing the doctor.

Keywords: ASD, VSD, PDA Nurse, Catheter, Child

ÇENE YÜZ PROTEZLERİNİN ÜRETİMİNDE DİJİTAL YÖNTEMLERİN KULLANILMASI USE OF DIGITAL METHODS FOR MAXILLOFACIAL PROSTHETIC MANUFACTURING

Cenk MUALLAOĞLU

Arş. Gör., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti, İzmir, Türkiye.

ORCID ID: 0009-0001-8163-2020

Beyza KARADEDE ÜNAL

Doç. Dr. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti, İzmir, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0035-0444

ÖZET

Çene yüz protezleri, doğuştan gelen deformitelerden kaynaklanan, kanserle mücadele sırasında veya travma sonrası oluşan kayıpların giderilmesinde kullanılan protezlerdir. Yüz defekti olan hastaların yaşam kalitesini iyileştirmek için uygun protez tedavilerinin sağlanması kritiktir. Çene ve yüz protezlerinde, dokuları taklit edecek modelin eldesinde alınan ölçü büyük önem taşımaktadır. Geleneksel yöntemlerle maxillofasiyal protezlerin üretimi, bir dizi aşamayı içerir ve bu süreç oldukça zaman alıcıdır, ayrıca büyük emek gerektirir. CAD/CAM, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) anlamına gelen terimlerden oluşmaktadır. CAD/CAM teknolojisi tıp ve diş hekimliği alanında kullanılan en güncel yöntemler arasında yer almaktadırlar. CAD/CAM sistemlerinde tarama cihazları ile dijital ölçümlerin yapılması, dizayn ve aşındırma ile devam edecek olan üretim prosedürünün ilk aşamasıdır. Bu dijital yöntemlerin kullanılması, yüz protezlerinin üretim sürecini kısaltırken aynı zamanda hastaların konforunu artırır. Başlangıçta, hasta yüzünün 3 boyutlu taranmasıyla dijital veriler elde edilir ve bu veriler, bilgisayar destekli tasarım yazılımları kullanılarak detaylı bir modelleme sürecinden geçer. Dijital teknolojinin esnekliği ve geri döndürülebilirliği, protezin tasarımında veya üretiminde ortaya çıkan hataların kolayca düzeltilmesine olanak sağlar. Dijital ölçüm ve tasarım süreci, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha doğru, daha hassas ve daha iyi bir uyum sağlama potansiyeline sahiptir. Dijital modelleme, hastanın yüz yapısına en uygun şekilde özelleştirilmiş protezlerin üretilmesine olanak tanır ve son aşamada 3 boyutlu yazıcılarla bu üretim gerçekleşir. Bu nedenle, çene ve yüz protezlerinde giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bildiride, yüz protezlerinin üretiminde dijital yöntemlerin kullanımı, yapım süreçleri ve çeşitli kullanılan malzemeler detaylı bir şekilde incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maxillofasiyal Protez, Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Üretim

ABSTRACT

Maxillofacial prosthetics are used to correct losses resulting from congenital deformities, cancer treatment, or trauma. Providing appropriate prosthetic treatments is critical to improve the quality of life for patients with facial defects. In maxillofacial prosthetics obtaining accurate measurements for creating a model that mimics the tissues is of great importance. The production of maxillofacial prosthetics through traditional methods involves a series of stages, which are time-consuming and labor-intensive. CAD/CAM consists of the abbreviations for Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM). CAD/CAM technology stands among the most current methods utilized in the fields of medicine and dentistry. In CAD/CAM systems, the initial step involves digital measurements taken with scanning devices, which precede the design and machining stages of the production process. The utilization of these digital methods not only shortens the manufacturing process of facial prostheses but also enhances patient comfort. Initially, digital data is obtained by scanning the patient's face in three dimensions, and these data undergo a detailed

modeling process using computer-aided design software. The flexibility and reversibility of digital technology enable errors in the design or production of the prosthesis to be easily corrected. The digital measurement and design process has the potential to be faster, more accurate, more precise, and provide a better fit compared to traditional methods. Digital modeling allows for the production of customized prostheses tailored to the patient's facial structure, and in the final stage, this production occurs with 3D printers. Therefore, it is increasingly being used in maxillofacial prosthetics. This paper thoroughly examines the use of digital methods in the production of facial prosthetics, including the manufacturing processes and various materials utilized.

Keywords: Maxillofacial prosthetics, Computer-Aided Design (CAD), Computer-Aided Manufacturing (CAM)

GİRİŞ

Maksillofasiyal bölge defektleri, doğuştan, gelişimsel veya sonradan kazanılmış olabilir. Bazı durumlarda cerrahi müdahale yeterli olabilirken, bazı durumlarda cerrahi rekonstrüksiyon uygulanamayabilir. Bu tür durumlarda, protetik tedavi yöntemleriyle var olan defektler düzeltilip rehabilite edilebilir. (1). Maksillofasiyal protezler, yüz ve çene bölgesindeki eksiklikleri, deformiteleri düzeltmek veya desteklemek için kullanılan protezlerdir. Bu protezler, hasta için estetik ve fonksiyonel iyileştirmeler sağlayarak yaşam kalitesini artırır. Bu protezlerin tasarımı ve uygulanması, genellikle bir multidisipliner ekip çalışması gerektirir. Maksillofasiyal cerrahlar, diş hekimleri, protez uzmanları ve diğer uzmanlar, hasta için en uygun maksillofasiyal protezin planlanması, tasarlanması ve uygulanmasında birlikte çalışırlar.

Maksillofasiyal defekti olan hastaların tedavisinde dijital iş akışı; görüntüleme (veri toplama), planlama (tasarım) ve üretim aşamalarını içermektedir (2). Görüntüleme işlemi, hastanın yüz yapısının detaylı bir şekilde incelenmesini ve protezin hastaya en iyi şekilde uyarlanmasını sağlar. Protezlerin tasarımı; hastanın anatomik yapısına, kişisel tercihlerine ve estetik beklentilerine uygun olarak yapılmalıdır. İşlemler detaylı bir dijital modelinin oluşturulmasıyla başlar. Bu modelleme genellikle bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı kullanılarak yapılır. Dijital model, hastanın yüzünün şekli, boyutu, asimetrisi ve varsa mevcut defektlerin tam olarak analiz edilmesini sağlar. Üretim aşamasındaki maksillofasiyal protezler, farklı malzemelerden yapılabilir ve hastanın ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilirler. Örneğin, silikon veya akrilik malzemeler kullanılarak yumuşak doku protezleri (örneğin, yüz protezleri) üretilebilir. Ayrıca, metal veya seramik gibi malzemeler kullanılarak sert doku protezleri (örneğin, çene protezleri) yapılabilir.

Bu çalışmada, maksillofasiyal protezlerin üretiminde dijital yöntemlerin kullanımı detaylı olarak ele alınmış ve geleneksel yöntemlere kıyasla, dijital iş akışının sağladığı avantajlar vurgulanmıştır.

Görüntüleme (Veri Toplama)

Maksillofasiyal protez yapımında dijital iş akışı veri toplama ile başlar. İlk aşama defekt bölgesinin ve yüzün üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmasıdır (2). Görüntü verisi seçimi önemlidir, çünkü düşük çözünürlüklü görüntüler, oluşturulan model ile gerçek anatomi arasında uyumsuzluklara yol açabilir (3). Dijital görüntüleme sıklıkla Bilgisayarlı Tomografi, Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI), Dijital Kamera, Stereofotogrametri ve Dijital 3 Boyutlu Yüz Tarama kullanılmaktadır. Bu dijital görüntüleme yöntemleri, maksillofasiyal protezlerin daha doğru, daha hızlı ve daha kişiselleştirilmiş bir şekilde üretilmesine olanak sağlamaktadır.

1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi (BT), istenen bölgeden geçen x-ışınlarının dedektörlerle ölçülerek atenuasyon miktarlarının görüntüye dönüştürüldüğü bir yöntemdir. Diş hekimliği uygulamalarında, kemiğin yükseklik ve genişliğinin yanı sıra yoğunluk değerini de belirleyerek kemiğin yoğunluğunu değerlendirmek mümkündür. Bu yöntem, kemiğin kalitesini daha detaylı bir şekilde değerlendirme imkanı sağlar (4). Bu nedenle implant uygulamalarının planlanmasında BT'den uzun süredir yararlanılmaktadır (4). BT, konvansiyonel radyografilerde olduğu gibi süperpozisyon veya distorsiyon sorunlarını ortadan kaldırır. BT'nin en önemli avantajlarından biri ise, hem sert hem de yumuşak

dokuların aynı anda görüntülenebilmesidir. Ayrıca, BT'nin üç boyutlu görüntüleme, ölçüm yapabilme ve hacim oluşturabilme gibi özellikleri de avantajları arasında bulunmaktadır. Ancak BT'nin uzun çekim süresi, maliyeti ve radyasyon dozunun daha yüksek olması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

MRI'da radyasyon yerine vücuttaki hidrojen atomlarının çekirdeklerindeki protonların manyetik alana uyarılmasıyla görüntü elde edilir. Bu yöntem, manyetik alan kullanarak görüntüleme yapar, böylece radyasyon maruziyeti olmaksızın detaylı görüntüler elde edilir. Dış hekimliğinde manyetik rezonans görüntüleme (MRI), temporomandibular eklem (TME) problemleri, çene kistleri, paranasal sinüs hastalıkları, yumuşak doku lezyonları ve diğer çene yapılarının detaylı incelenmesinde kullanılır. Özellikle çene eklemi sorunları, çene kistleri ve tümörlerin değerlendirilmesinde MRI önemli bir tanı aracıdır. (5). Yumuşak dokuların kontrastının yüksek olması, iyonize radyasyon kullanılmaması ve her düzlemde görüntü alınabilmesi bu yöntemin avantajları arasındadır. MRI'nın dezavantajları ise yüksek maliyeti, uzun görüntüleme süresi, kemik ve kalsifikasyonları iyi görüntüleyememesidir.

3. Stereofotogrametri

Stereofotogrametri, aynı nesnenin farklı açılardan çekilen fotoğraflarının kullanılarak üç boyutlu bir model oluşturulmasını sağlayan bir görüntüleme ve ölçüm tekniğidir.(6). Fotogrametri tarayıcı ile alınan görüntüler kullanılarak üretilen 3 boyutlu modellerin ciltteki tüm detayları yansıtabilecek çözünürlüğe sahip olmadığı da belirtilmektedir (7).

4. Dijital 3 Boyutlu Yüz Tarama

Son zamanlarda tüm ağız rehabilitasyonundan hastanın dış profiline kadar bilgi sağlayarak sanal hasta kaydını tamamlamak için kullanılmaya başlanmıştır (8). Maksillofasiyal protez alanında kullanılan iki optik 3B tarayıcı türü, saçaklı (fringe) projeksiyon teknolojisi ve 3D lazer tarama sistemine dayanmaktadır (2, 9).

Saçaklı projeksiyon teknolojisi, bir yüzey üzerine görüntüyü yansıtmak için kullanılan optik yöntemlerden biridir. Bu teknoloji, yüksek çözünürlüklü ve interaktif görüntüler oluşturmak için kullanılır. Kullanılan ışık vücuda zararsızdır. Tüm yüzün taramasını kısa sürede gerçekleştirebilir.

Tasarım

3D modelleme ve tasarım yazılımları, dijital iş akışında önemli bir rol oynar. Anatomik detayların şekillendirilmesine ve dijital modellerinin istenen herhangi bir formata dönüştürülmesine izin veren kapsamlı araç setleri sunar. Bu sayede protezin nihai tasarımı, üretim öncesi hızlı bir şekilde değerlendirilebilir.

Alınan veriler bilgisayar ortamına aktarılır ve bu veriler CAD programlarında değerlendirilerek bir model oluşturulur. Oluşturulan CAD modeli daha sonra prototip modelin tasarımı için kullanılır. (4). Bilgisayarlı tomografi ve MR gibi tıbbi görüntüleme verileri genellikle DICOM (dijital görüntüleme ve tıp verilerinde iletişim) formunda elde edilir (10).

DICOM verilerinin 3B modelleme için STL (Standard Tessellation Language) dosya formatında oluşturulması ve kaydedilmesi gerekebilir. Bazı dijital sistemlerde, elde edilen veriler doğrudan STL dosya formatında kaydedilir (2).

Protezin kalıp modelini oluşturmak için belirli yazılımlar kullanılır. Bu aşamada 3D tarayıcı, MRI veya BT gibi görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin 3D modele dönüştürülmesi gerçekleştirilir. BT veya MRI verilerinin dönüştürülmesi için Materialise tarafından geliştirilen "MIMICS" programı da tercih edilebilecek yazılımlar arasındadır (2). Bu program, maksillofasiyal protezlerin sanal ortamda hastanın yüzüne uygun şekilde doğru konturlarda hazırlanması için kullanılan bir yazılımdır. MIMICS, verilerin 3D modele dönüştürülmesi, simetri sağlanması ve varsa bir model kütüphanesinden yararlanılması gibi işlemleri gerçekleştirebilir. DICOM verilerinin STL formatında dönüştürülmesi sırasında meydana gelen hatalar da bu yazılım ile düzeltilebilmektedir.

Dijital sistemlerin birçok avantajı olmasına rağmen yazılım programlarının kullanım zorluğu ve muhtemel kullanıcı hatalarından kaynaklanan tasarım hataları sıklıkla meydana gelmektedir. Bu sebeple üreticiler elde edilecek son ürünün tasarımına tamamen 3D bir görüntü veya sanal mum

model gibi özellikler ekleyerek programların hassaslığını arttırmaktadır. (11). CAD yazılımında tasarım tamamlandıktan sonra alınan veriler CAM ünitesine iletilir ve üretim süreci başlar (12).

Üretim

CAM ünitesinde kullanılan birtakım frezler ile, CAD yazılımında oluşturulan 3D dijital dizaynın , tasarlanan restorasyona dönüşmesini sağlar (14). Birbirinden farklı içerikte olan bloklar, bilgisayar aracılığıyla frezler tarafından aşındırılır. Ortaya çıkan modele teknisyen tarafından son düzeltmeler, renklendirme ve cilalama işlemleri yapılır. Bu, üretimin son aşamasıdır(15).

Üretim, dijital iş akışında 3B baskı veya hızlı prototipleme (RP) olarak bilinir. RP teknikleri, dijitalleştirilmiş maksillofasiyal protez üretiminde kullanılmıştır (13). RP'nin benzersiz özelliği, modellerin ve/veya protezlerin ana kaynaktan malzeme katmanları oluşturularak üretilmesidir, böylece tüm katmanlar bir araya gelerek 3B bir model oluşturulur. Bu teknik, karmaşık yapıya ve iç kısımların detaylarının oluşumunun kolayca yönetilmesini olanak sağlar (13). 3D üretimin kullanımı maksillofasiyal protezlerde ikiye ayrılır: Protezin doğrudan yazıcıdan basılması "direkt üretim" olarak adlandırılırken, şablon hazırlanarak üzerinden ölçü alınması veya negatif kalıbın basılması ve protez malzemesinin içine manuel olarak enjekte edilmesi ise "indirekt üretim" olarak adlandırılmaktadır (17). Sıklıkla kullanılan 3B üretim yöntemleri stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP), eriyik yığıma modellemesi (FDM) ve inkjet baskı yöntemleridir (2).

Stereolitografi (SLA)

1986'da Charles W. Hull tarafından tanıtılan 3B baskı teknolojisi, "ultraviyole ışıkla sertleşen malzemenin ince tabakalar halinde birbirinin üstüne birikmesiyle katı objelerin oluşturulması" olarak tanımlanmıştır. (16).

CAD programı kullanılarak istenen nesnenin 3D modeli tasarlanır. Ardından bu model, seçilen yazılım programı ile ince katmanlara ayrılır. Tankın içinde bulunan sıvı reçine lazer tarafından taranır ve sertleştirilerek ilk tabaka oluşturulur. Platform, tanka bir milimetreden daha az bir mesafede iner. Sonra lazer tarafından sıradaki tabaka taranır. Model tamamlanıncaya dek bu işlem tekrar edilir. İşlem tamamlandığı zaman, model bir çözücü yardımıyla durulanır. Reçinenin tamamen sertleşmesi için ultraviyole fırına konur (16). Bu yöntem, doğrudan üretim sınıfında yer alır.

Dijital Işık İşleme (DLP)

Dijital Işık İşleme, SLA'ya benzer bir üretim sürecinden geçer. Direkt üretim sınıfına giren bu yöntemde SLA gibi yüksek çözünürlükte parçalar üretilebilmektedir (18). SLA'da kullanılan lazer ışımına karşılık, dijital ışık işlemeli yazıcılarda görünür ışık kullanılır, ancak kullanılan malzemeler aynıdır. Bu teknikte daha hızlı sonuç elde etmek için SLA'daki kazandan daha sığ bir kazan tercih edilir. Bu nedenle, SLA'ya göre daha az atık oluşmaktadır (19).

Eriyik Yığıma Modellemesi (FDM)

Esnek yapıların tasarımında öne çıkan FDM, malzemelerin kendi özelliklerinden kaynaklanan kusurları azaltma özelliğiyle bilinen ve polimer ile polimer esaslı kompozit malzemeler için geliştirilmiş en yaygın 3B eklemeli imalat yöntemidir (20). Bu teknik genel olarak filament halindeki malzemenin nozuldan sıkılmasına dayanmaktadır. Termoplastik materyal ısıtılmış nozul üzerinden eriyik hale gelir, üretim tablasına katman katman eklenir ve imalat gerçekleşir (23). En yaygın kullanılan filamentler polilaktik asit (PLA), akrilonitril butadien stiren (ABS), polikarbonat (PC) ve poliüretan (PU) gibi düşük ergime sıcaklıklarına sahip polimerlerdir. Bu polimerler, baskı malzemesi olarak kullanılmak üzere öne çıkar (21,22).

Üretilen nesnenin 3D modeli CAD programı kullanılarak oluşturulur. Sonrasında, yazılım programı aracılığıyla bu CAD modeli katmanlara ayrılır. İki farklı malzeme bobini mevcuttur. Bir tanesi objenin ana maddesi, diğeri ise destekleyicisi olarak kullanılır. Bobinler çözülür ve nozul, malzemeleri işlemek için hazır hale getirilir. Nozul ısıtılır ve malzemeler eritilir. Ardından, yazılım paketi nozulu kontrol ederek, dikey ve yatay yönde hareket ettirerek erimiş malzeme tabakaları oluşturur. Küçük damlaların nozuldan çıkması ve hemen sertleşmesiyle tabakalar birleşir. Destekleyici materyal model tamamlandıktan sonra, mekanik olarak karıştırma yapan bir cihazla kolayca çözülür. (16). FDM 3B

yazıcılar düşük maliyetli cihazlar olup çeşitli hammaddelerin kullanılabilmesi gibi avantajlara sahip olduğundan sıklıkla tercih edilmektedir (2).

İnkjet Baskı Yöntemi

İnkjet baskı yöntemi, malzeme püskürtme ile eklemeli üretim tekniği olarak da bilinmektedir (24). Bu teknik: Piezoelektrik başlığın, sıvı fotopolimer damlacıklarını püskürtmesinin ardından, UV lambaları, fotopolimeri hemen sertleşmesini sağlamaktadır (24). Piezoelektrik başlık, hareketli platform üzerine yerleştirilir ve birinci katman oluşturulduktan sonra platform aşağı doğru inerek bir sonraki katmana geçer (25). Bu süreç, model tamamlanıncaya kadar tekrarlanır (18). MultiJet gibi Inkjet 3D yazıcılarda, birden fazla parçalı objelerin üretimi için çeşitli reçineler aynı anda kullanılabilir ve gerekli destek yapı otomatik olarak oluşturulur (24).

Çok fazla renk tonu seçeneği olmaması, mekanik özelliklerin ve rengin kullanıma bağlı hızlı bozulması ve nemden etkilenmesi bu teknolojinin maksillofasiyal protez üretiminde kullanılmasını sınırlandırmaktadır (26).

SONUÇ

Geleneksel yöntemlerle üretilen protezlerde ölçü alımı, model oluşturma ve üretim süreci genellikle uzun zaman almaktadır. Ancak, dijital teknolojilerin kullanılması bu süreçleri önemli ölçüde hızlandırmış ve 3D yazıcılar sayesinde model üretimi daha hızlı ve verimli hale gelerek, sık sık yeniden üretilmesi gereken protezler için, yalnızca birkaç kez kullanılabilen geleneksel malzemeler yerine daha sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Dijital sistemler, bizlere hem ilk protez üretimini hem de sonraki tekrarlarını daha kısa sürede ve daha az zahmetle gerçekleştirme imkanı tanımaktadırlar.

KAYNAKLAR

1. Reitemeier, B., et al., 2004, Optical modeling of extraoral defects. The Journal of prosthetic dentistry. 91(1), p. 80-84.
2. İnal CB, Kılıçkaya N, Karakoca Nemli S. Yüz Protezlerinin Yapımında Dijital Yöntemlerin Kullanımı. ADO Klinik Bilimler Dergisi. 2024;13(1):220-7.
3. Marro A, Bandukwala T, Mak W. Three-Dimensional printing and medical imaging: A review of the methods and applications. Curr Probl Diagn Radiol 2016;45:2-9.
4. İncelioğlu, İrem. Çene Yüz Protezlerinde Cad/Cam Uygulamaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2021.
5. Ayaz A. Maksillofasiyal Cerrahide Gelişmiş Dijital Görüntüleme Yöntemleri. Aydın Dental Journal. 2018;4(2):35-4.
6. Öğrenim M, Cesur M. Ortodontide 3 Boyutlu Stereofotogrametri, Med J SDU / SDÜ Tıp Fak Derg 2017;24(3):105-115.
7. Lincoln KP, Sun AY, Prihoda TJ, Sutton AJ. Comparative accuracy of facial models fabricated using traditional and 3d imaging techniques. J Prosthodont 2016;25:207-15.
8. Zhao YJ, Xiong YX, Wang Y. Three-dimensional accuracy of facial scan for facial deformities in clinics: A new evaluation method for facial scanner accuracy. PLoS One 2017;12:e0169402.
9. Khambay B, Nairn N, Bell A, Miller J, Bowman A, Ayoub AF. Validation and reproducibility of a high-resolution threedimensional facial imaging system. Br J Oral Maxillofac Surg 2008;46:27-32.
10. Kim MS, Lee JY, Shin SW. Fabricating an obturator using rapid prototyping to design the framework: a case report. Int J Prosthodont 2014;27:439-41.
11. Syu ,J., Byrne ,G., 1993, Influence of Finish-Line Geometry On The Fit of Crowns, Int J Prosthodont 6,25-30.
12. Uzun ,G., 2014, An Overview of Dental CAD/CAM Systems, Biotechnology And Biotechnological Equipment,22,530-535.

13. Elbashti ME, Sumita YI, Kelimu S, Aswehlee AM, Awuti S, Hattori M, et al. Application of Digital Technologies in Maxillofacial Prosthetics Literature: A 10-Year Observation of Five Selected Prosthodontics Journals. *Int J Prosthodont* 2019;32:45–50.
14. Dilek, Gizem. Maksillofasiyal Protezlerde Cad/Cam Uygulamaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2021.
15. Harry, D., Alma, D., Van Der ,ZJ. , Van, M. W. , 2000, Marginal Fit And Short-Term Clinical of Porcelain-Veneered CICERO, CEREC, Aand Procera Onlays, *J Prosthet Dent*, 84(5), 506–513.
16. Özyemişçi Cebeci, N., & Hancı Tokmakcioğlu, H. (2018). Protetik Diş Tedavisinde Ekleme Yöntemi ile Üretim. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 3(1), 66-86. <https://doi.org/10.25279/sak.347002>
17. Suresh N, Janakiram C, Nayar S, Krishnapriya VN, Mathew A. Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses - A systematic review. *J Oral Biol Craniofac Res* 2022;12:208-15
18. Yavuz, E., & Yılmaz, S. (2021). Diş hekimliğinde Yeni ve Hızla İlerleyen Üretim Teknolojisi: 3 Boyutlu Yazıcılar. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 7(2), 197-205. <https://doi.org/10.53394/akd.958759>
19. Jasveer S, Jianbin X. Comparison of different types of 3D printing technologies. *International Journal of Scientific and Research Publications* 2018; 8(4): 1-9.
20. Bakar, N. S. A., Alkahari, M. R., Boejang, H. 2010. Analysis on fused deposition modelling performance. *Journal of Zhejiang University SCIENCE A (Applied Physics & Engineering)*, 11(12), 972–977.
21. Hohimer, C., Christ, J., Aliheidari, N., Mo, C., Ameli, A. 2017. 3D printed thermoplastic polyurethane with isotropic material properties. *Proceeding of SPIE, Behavior and Mechanics of Multifunctional Materials and Composites*, 10165(11), 277-286.
22. Brenken, B., Barocio, E., Favaloro, A., Kunc, V., Pipes, R. B. 2018. Fused filament fabrication of fiber-reinforced polymers: A review. *Additive Manufacturing*, 21, 1-16.
23. Erinç, Özge. İSKELET PROTEZ YAPIMINDA KULLANILAN LAZER İLE SİNERLEME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2021.
24. Yap YL, Wang C, Sing SL, Dikshit V, Yeong WY, Wei J. Material jetting additive manufacturing: An experimental study using designed metrological benchmarks. *Precision Engineering* 2017; 50: 275-285.
25. Yalçın B, Ergene B. Endüstride yeni eğilim olan 3-d eklemeli imalat yöntemi ve metalurjisi. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi* 2017; 9(3): 65-88.
26. Zardawi FM, Xiao K, van Noort R, Yates JM. Mechanical properties of 3D printed facial prostheses compared to handmade silicone polymer prostheses. *European Scientific Journal* 2015;11:1-11

QEYRİ-STANDART TƏNLİKLƏRİN TAM HƏLLƏRİ HAQQINDA

Vaqif ABDULLAYEV

Mingəçevir Dövlət Universiteti / Azərbaycan

ORCID: 0009-0006-2640-3387

Sabir BABUŞOV

Mingəçevir Dövlət Universiteti / Azərbaycan

ORCID: 0009-0005-3801-7240

Əfsanə MÜRSƏLOVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti / Azərbaycan

ORCID: 0009-0003-4657-9572

XÜLASƏ

Məqalədə qeyri-standart tənliklərin tam həllərinin axtarılması məsələsi kifayət qədər geniş və aydın şəkildə izah olunmuşdur. Burada bölünmə nəzəriyyəsinin mühüm məsələləri beş halda təklif kimi açıqlanmış, qaydaları göstərilmişdir. Məqalədə müxtəlif tipli çalışmalar fərqli üsullarla həll olunmuş, bəzi çətinliyi yüksək olan çalışmaların eyni üsullarla həll oluna bilmədiyini qeyd olunmuş, onların müxtəlif həll yolları aydın və əlverişli şəkildə göstərilmişdir.

Məqalədə hasilə gətirmə və seçmə üsullarına aid müxtəlif növ çalışmaların həlləri ətraflı və oxucuların hər birinin başa düşəcəyi tərzdə izah olunmuşdur. Əksini fərz etmə üsulluna aid çalışmaların həlli aydın və səlis şəkildə göstərilmişdir. Qeyri-standart və ya qeyri-müəyyən tənliklərə son vaxtlar həm orta məktəb testlərində, həm də “Müəllimlərin hazırlıq mərkəzi” testlərində tez-tez rast gəlinməsi və öyrənənlərin bu sahədə çətinlik çəkdikləri üçün məqalə bu cəhətdən əhəmiyyətli və əlverişlidir.

Yeganəlik metodu çox az rast gəlinməsi üçün bu üsula aid çalışmanın və Koşi bərabərsizliyinin tətbiqinin öyrənilməsi vacib və əhəmiyyətli məsələlərdən biridir. Yuxarıda qeyd olunan müxtəlif üsulların öyrənilməsi şagirdlərin və gənc müəllimlərin riyaziyyat olimpiadalarına hazırlaşması üçün məsləhət və təklifdir.

Məqalədə qeyd olunan müxtəlif üsulların nisbətən mürəkkəb və çətin tipli çalışmaların həllinə səmərəli tətbiqi, bəzi problemlərin ənənəvi üsullarla həll olunmadığı və ya həllinin çətin olduğu açıqlanmışdır.

Açar sözlər: qeyri-standart, qeyri-müəyyən, tənlik, xətti, qeyri-xətti, çoxdəyişənli, bölünmə nəzəriyyəsi, hasilə gətirmə, seçmə, fərz etmə, münasibət, qarşılıqlı sadə, bərabərsizlik, yeganəlik üsulu.

ABSTRACT

The article speaks about the search of complete solution of non- standard equation. It fully and clearly explains the ways of how to solve non-standard equations. It suggests the most important issues of the theory of division in five cases. The article notes impossibility of solution of some exercises of different high difficulties and clearly and effectively shows different ways of solution such exercises.

The article also touches the solution of various exercises on production and selection and thoroughly explains the solution at easily understandable level for each reader. It clearly shows the solution of exercises by the method of assumption of the opposition. The article is very important and effective

from the point of view of difficulty of solution of different non-standard and indefinite equations for learners given in secondary school tests and in the tests of Teacher Training Centres.

Since the method of solitariness is used very rarely it is very important to learn the application of Koshy inequality. Study of different above mentioned ways, is suggested and advised for self study of young teachers and preparation of students for Olympiads on Mathematics.

The effective application of different above mentioned methods to the solution of relatively difficult exercises of the mentioned type of equations are not solved easily with traditional methods.

Key words: non-standard, indefinite, equation, linier, no-linier, multychangeable, theory of division, taking to production, selective, assumption. attitude, mutually single, inequality, soli method of solitariness.

GİRİŞ

Dəyişənlərinin sayı birdən artıq olan tənliklərə qeyri-standart və ya qeyri-müəyyən tənliklər deyilir. Qeyri-standart tənliklərin həlli məchulların elə qiymətlər çoxluğuna deyilir ki, həmin qiymətləri tənlikdə yerinə yazıb hesabladıqda tənlik doğru ədədi bərabərliyə çevrilir.

Bir sıra praktik məsələlərin həlli zamanı qeyri-standart tənliklərin tam həllərinin tapılması, yəni onların həllərinin tam ədədlər çoxluğunda axtarılması ilə rastlaşırıq. Ona görə də qeyri-müəyyən tənliklərin həlləri çoxluğunu tam ədədlər çoxluğunda axtaracağıq. Qeyri-standart tənliklər xətti iki, üç və s. dəyişənli, qeyri – xətti çoxdəyişənli şəkildə olur. Belə tənliklərin həllərinin tapılması məsələsi sadə deyil. Verilən çalıxmalar üzərində dəqiq və düzgün araşdırmalar aparılmalıdır.

Qeyri-müəyyən tənliklərin həlli prosesində şagirdlər, tələbələr, pedaqoji fəaliyyətə yeni başlayan gənc müəllimlər bəzi çətinliklərlə rastlaşırlar. Belə tənliklərin həlli zamanı onlar müəyyən ümumiləşdirmələr aparmalı, məntiqi mühakimələr yürütməli, alınan nəticələri elmi cəhətdən dəqiqləşdirməlidirlər. Belə tənliklərin standart ümumi həll üsulu olmadığından onları həll edən zaman qeyri-standart üsullardan, tam ədədlər çoxluğunda bölünmə nəzəriyyəsinin elementlərindən və digər aşağıda qeyd olunan riyazi üsullardan istifadə etmək əlverişlidir.

İkidəyişənli xətti tənliklərin tam həllərinin axtarılması zamanı bəzi məlum aşağıdakı təkliflərdən istifadə etmək olar:

I. Əgər $\text{ƏBOB}(m, n) = p$ olarsa, onda elə tam x və y vardır ki, $mx + ny = p$ münasibəti doğrudur.

II. Əgər $\text{ƏBOB}(m, n) = 1$ olarsa, onda $mx + ny = 1$ tənliyinin ən çoxu 1 tam kökü var.

III. Əgər $mx + ny = q$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = p > 1$ və q ədədi p -yə bölünmürsə, onda tənliyin tam kökü yoxdur.

IV. Əgər $mx + ny = q$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = p > 1$ və q ədədi p -yə qalıqsız bölünərsə, onda verilən tənlik $m_1x + n_1y = q_1$ tənliyi ilə eynigüclüdür, belə ki, $(m_1, n_1) = 1$.

V. Əgər $mx + ny = p$ tənliyində $\text{ƏBOB}(m, n) = 1$ –dirsə, onda bu tənliyin tam həlləri $x = x_0p + nt, y = y_0p - mt$ şəklindədir, burada x_0, y_0 cütləri $mx + ny = 1$ tənliyinin tam həlləridir və t -tam ədəddir.

İndi isə bir neçə qeyri-müəyyən tənliklərin həllərinə və həll üsullarına baxaq.

Misal 1. $13x - 15y = 7$ tənliyinin tam həllini tapın [1].

Həlli: Bu tənliyi dəyişənlərin əmsallarının kiçiyinə bölmə üsulu ilə tapanq.

$$13x = 15y + 7 \Rightarrow x = \frac{15y+7}{13} = y + \frac{2y+7}{13}.$$

$2y+7$ ədədi 13-ə tam bölünməlidir. Ona görə də $2y + 7 = 13p$ olar. Buradan $y = \frac{13p-7}{2} = 6p - 3 + \frac{p-1}{2}$ alınır.

$p-1$ ədədi 2-yə tam bölünməlidir. $p - 1 = 2k \Rightarrow p = 2k + 1$. Onda

$$y = \frac{13(2k+1)-7}{2} = 13k + 3 \text{ və } x = \frac{15(13k+3)+7}{2} = 15k + 4$$

şəklində olar. Beləliklə aldıq ki, $x = 15k + 4$ və $y = 13k + 3$; $k \in \mathbb{Z}$.

Misal 2. $42x + 34y = 5$ tənliyini həll edək[3].

Həlli: Yenə əmsalların kiçiyinə bölmə üsulu ilə həll edək:

$$34y = 5 - 42x \Rightarrow y = \frac{5 - 42x}{34} = \frac{5 - 8x}{34} - x.$$

Burada $5 - 8x$ ifadəsi 34-ə qalıqsız bölünməlidir. Ona görə də $5 - 8x = 34k$. Buradan

$$x = \frac{5-34k}{8} = \frac{5-4k}{8} - 2k \text{ alınır. Yenə də } 5 - 4k = 8p \text{ olmalıdır.}$$

$$5 - 4k = 8p \Rightarrow k = \frac{5 - 8p}{4} = 1 - 2p + \frac{1}{4}.$$

Bu isə onu göstərir ki, $42x + 34y = 5$ tənliyinin tam kökləri yoxdur.

Biz $42x + 34y = 5$ tənliyini III təklifə əsasən də həll edə bilərik:

$$\Theta BOB(42,34) = 2 \Theta BOB(21,17) = 2 > 1.$$

5 ədədi 2-yə qalıqsız bölünmədiyi üçün verilən tənliyin tam kökləri yoxdur.

Misal 3. $xy - 3x + 4y = 27$ tənliyinin tam köklərini tapın[3].

Həlli: Biz bu tənliyi **hasilə gətirmə üsulu** ilə həl edək. Yəni

$$xy - 3x + 4y - 12 = 15 \Rightarrow x(y - 3) + 4(y - 3) = 15 \Rightarrow (x + 4)(y - 3) = 15.$$

Axırıncı tənlikdən alınır ki, $x + 4$ və $y - 3$ ədədləri 15 ədədinin bölənləridir. 15 ədədinin $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 15$ kimi səkkiz böləni var. Ona görə də səkkiz dənə tənliklər sistemi alınır.

$$\begin{cases} x + 4 = 1 \\ y - 3 = 15 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -1 \\ y - 3 = -15 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = 15 \\ y - 3 = 1 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -15 \\ y - 3 = -1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + 4 = 3 \\ y - 3 = 5 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -3 \\ y - 3 = -5 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = 5 \\ y - 3 = 3 \end{cases}; \begin{cases} x + 4 = -5 \\ y - 3 = -3 \end{cases}.$$

Buradan verilən tənliyin, $(-3, 18), (-5, -12), (11, 4), (-19, 2), (-1, 8), (-7, 2), (1, 6), (-9, 0)$ kimi səkkiz dənə tam kökü tapılır.

Misal 4. $P(x + y) = xy$ tənliyinin tam həllərini tapın, burada p -sadə ədəddir [7].

Həlli: Verilən tənliyi aşağıdakı kimi çevirək:

$$xy - px - py = 0,$$

$$xy - px - py + p^2 = p^2,$$

$$y(x - p) - p(x - p) = p^2,$$

$$(y - p)(x - p) = p^2.$$

Burada p sadə ədəd olduğu üçün p^2 - nın altı böləni var: $\pm 1, \pm p, \pm p^2$. Aşağıdakı kimi tənliklər sistemi alınır:

$$\begin{cases} x-p=1 \\ y-p=p^2 \end{cases}, \begin{cases} x-p=-1 \\ y-p=-p^2 \end{cases}, \begin{cases} x-p=p^2 \\ y-p=1 \end{cases}, \begin{cases} x-p=-p^2 \\ y-p=-1 \end{cases}, \begin{cases} x-p=p \\ y-p=p \end{cases}, \begin{cases} x-p=-p \\ y-p=-p \end{cases}.$$

Bu tənliklər sistemini həll etsək, $(p+1, p^2+p)$,

$(p-1, p-p^2), (p^2+p, p+1), (p-p^2, p-1), (2p, 2p), (0,0)$ tam həlləri cütlərini alırıq.

Misal 5. $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin natural həllərini tapın [5].

Həlli: Bu tənliyin natural həllərini **seçmə üsulu** ilə tapaq. Tutaq ki, $x \leq y \leq z$. Aşağıdakı hallara baxaq.

g) $x = 1$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = -1$ olar. Bu tənliyin isə natural həlli yoxdur.

h) $x = 2$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 0$ olar. Bu isə mümkün deyil. $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} \neq 0$.

i) $x = 3$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{1}{3}$. Buradan $zy - 6z - 6y = 0$ və ya $(y-6)(z-6) = 36$ alırıq. 36-nın natural bölənləri 1,2,3,4,6,9,12,18,36-dır. $x \leq y \leq z$ olduğu üçün:

$$\begin{cases} y-6=1 \\ z-6=36 \end{cases}, \begin{cases} y-6=2 \\ z-6=18 \end{cases}, \begin{cases} y-6=3 \\ z-6=12 \end{cases}, \begin{cases} y-6=4 \\ z-6=9 \end{cases}, \begin{cases} y-6=6 \\ z-6=6 \end{cases}.$$

Buradan və $x=3$ şərtindən $(3,7,42), (3,8,24), (3,9,18), (3,10,15), (3,12,12)$ üçlükləri verilən tənliyin natural həlləri olar.

j) $x = 4$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{1}{2}$ və ya $(y-4)(z-4) = 16$ alırıq. 16-nın natural bölənləri 1,2, 8,16-dır. Ona görə də

$$\begin{cases} y-4=1 \\ z-4=16 \end{cases}, \begin{cases} y-4=2 \\ z-4=8 \end{cases}, \begin{cases} y-4=4 \\ z-4=4 \end{cases}.$$

Buradan və $x = 4$ şərtindən $(4,5,20), (4,6,12), (4,8,8)$ üçlükləri də verilən tənliyin həllidir.

k) $x = 5$ olsun. Onda $\frac{2}{y} + \frac{2}{z} = \frac{3}{5}$ olar. Bu tənliyin isə natural həlləri yoxdur.

l) $x = 6$ olsun. Onda $\frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{1}{3}$ alırıq. Buradan $(y-3)(z-3) = 9$ olar. 9-un natural bölənləri 1,3,9 olduğu üçün $y-3 = 3, z-3 = 3$ və ya $y = 6, z = 6$ olar. $y-3 = 1, z-3 = 9$ bərabərlikləri yalnız

$x \leq y \leq z$ şərtini ödəmədiyi üçün onu nəzərə almırıq. Deməli $(6,6,6)$ üçlüyü verilən $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin həllidir.

Beləliklə, $x \leq y \leq z$ şərti daxilində $(3,7,42), (3,8,24), (3,9,18), (3,10,15), (3,12,12), (4,5,20), (4,6,12), (4,8,8), (6,6,6)$ üçlükləri $\frac{2}{x} + \frac{2}{y} + \frac{2}{z} = 1$ tənliyinin natural həlləridir.

$x \geq 7$ şərtində verilən tənliyin natural həlləri yoxdur.

Tapılan üçlüklərin yerdəyişmələri nəticəsində verilən tənliyin $(42,7,3), (7,3,42), (42,3,7), (24,8,3), (24,3,8), (8,3,24), (18,9,3), (9,3,18), (18,3,9), (9,18,3), (3,18,9), (15,10,3), (15,3,10), (10,3,15), (3,15,10), (10,15,3), (12,12,3), (12,3,12), (20,5,4), (5,4,20), (20,4,5), (4,20,5), (5,20,4), (12,6,4), (12,4,6), (6,4,12), (4,12,6), (6,12,4), (8,8,4), (8,4,8)$ kimi həllərini də alırıq.

Misal 6. $(y_1^2 + 1^2)(y_2^2 + 2^2)(y_3^2 + 3^2) \dots (y_{2024}^2 + 2024^2) = 2^{2024} \cdot 2024! \cdot y_1 y_2 \dots y_{2024}$ tənliyin natural həllərini tapın [4].

Həlli: Bu çalışmanı **yeganəlik üsulu** ilə həll edək.

$a + b \geq 2\sqrt{ab}$ Koşi bərabərsizliyinə əsasən :

$$y_1^2 + 1^2 \geq 2\sqrt{y_1^2 \cdot 1^2} = 2y_1 \cdot 1$$

$$y_2^2 + 2^2 \geq 2\sqrt{y_2^2 \cdot 2^2} = 2y_2 \cdot 2$$

$$y_3^2 + 3^2 \geq 2\sqrt{y_3^2 \cdot 3^2} = 2y_3 \cdot 3$$

.....

$$y_{2024}^2 + 2024^2 \geq 2\sqrt{y_{2024}^2 \cdot 2024^2} = 2y_{2024} \cdot 2024$$

Bu bərabərsizliklər $y_1 = 1, y_2 = 2, y_3 = 3, \dots, y_{2024} = 2024$ olduqda bərabərliyə çevrilir. Yuxarıdakı bərabərsizlikləri tərəf-tərəfə vuraq:

$$(y_1^2 + 1^2)(y_2^2 + 2^2)(y_3^2 + 3^2) \dots (y_{2024}^2 + 2024^2) \geq 2^{2024} \cdot 2024^1 \cdot y_1 y_2 \dots y_{2024}$$

Buradan alınır ki, $y_1 = 1, y_2 = 2, y_3 = 3, \dots, y_{2024} = 2024$.

Deməli verilən tənliyin yeganə (1,2,3,...,2024) kimi həlli var.

Misal 7. $y^3 = 4x^3 + 2z^3$ tənliyinin tam həllərini tapın[2].

Həlli: Göstərək ki, bu tənliyin (0,0,0)-dan başqa həlli yoxdur. Bunun üçün **əksini fərz etmə üsulundan** istifadə edək. Yəni, tutaq ki, verilən tənliyin başqa tam həlləri də var. $x \neq 0, y \neq 0, z \neq 0$ olsun. x, y və z ədədlərinin **ƏBOB** – u k -olsun: $x = kx_1, y = ky_1, z = kz_1$. Burada x_1, y_1, z_1 qarşılıqlı sadə ədədlərdir: $\text{ƏBOB}(kx_1, ky_1, kz_1) = k \cdot \text{ƏBOB}(x_1, y_1, z_1) = k$. $x = kx_1, y = ky_1, z = kz_1$ münasibətlərini verilən tənlikdə yerinə yazaq:

$$4(kx_1)^3 - (ky_1)^3 + 2(kz_1)^3 = 0, \quad 4x_1^3 - y_1^3 + 2z_1^3 = 0 \Rightarrow y_1^3 = 4x_1^3 + 2z_1^3$$

Alınmış münasibətin sağ tərəfi cüt ədəddir. Ona görə də sol tərəf də cüt olmalıdır. $y_1 = 2y_2$ götürək.

Onda

$8y_2^3 = 4x_1^3 + 2z_1^3$ olar. Buradan $4y_2^3 = 2x_1^3 + z_1^3$ alarıq. Alınmış bu münasibətdən aydın olur ki, $z_1 = 2z_2$ olmalıdır. Onda $4y_2^3 = 2x_1^3 + 8z_2^3, 2y_2^3 = x_1^3 + 4z_2^3$ alarıq. Həmçinin $x_1 = 2x_2$ olmalıdır. Onda $2y_2^3 = 8x_2^3 + 4z_2^3 \Rightarrow y_2^3 = 4x_2^3 + 2z_2^3$ alınır.

Beləliklə aldıq ki, x_1, y_1, z_1 ədədlərinin 2 kimi ortaq böləni var. Bu isə şərtə ziddir. x_1, y_1, z_1 qarşılıqlı sadə ədədlərdir. Deməli, verilən tənliyin yeganə (0,0,0) kimi tam kökü vardır.

Misal 8. 2024 ədədini iki natural ədədin kvadratları fərqi şəklində yazın[3].

Həlli: Tutaq ki, axtarılan natural ədədlər a və b -dir. Onda şərtə görə $a^2 - b^2 = 2024$ olmalıdır. Buradan

$(a - b)(a + b) = 2024$ alarıq. $2024 = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 23$ olduğu üçün $(a - b)(a + b) = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 11 \cdot 23$ olar. Aydındır ki, $a + b \geq a - b$. Eyni zamanda $a - b$ və $a + b$ ədədlərinin hər ikisi eyni zamanda cüt ədəd olmalıdır. Onlardan biri tək, digəri cüt ədəd ola bilməz. Məsələn, $a - b = 1, a + b = 2024$ olarsa, alınan

$$\begin{cases} a - b = 1 \\ a + b = 2024 \end{cases}$$

tənliklər sisteminin natural həllər cütü yoxdur.

Yuxarıdakı şərtlərə əsasən, aşağıdakı tənliklər sistemlərini alarıq:

$$\left\{ \begin{array}{l} a - b = 2 \\ a + b = 1012 \end{array} \right. , \left\{ \begin{array}{l} a - b = 4 \\ a + b = 506 \end{array} \right. , \left\{ \begin{array}{l} a - b = 22 \\ a + b = 92 \end{array} \right. , \left\{ \begin{array}{l} a - b = 44 \\ a + b = 46 \end{array} \right. .$$

Buradan: $\left\{ \begin{array}{l} a = 507 \\ b = 505 \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} a = 255 \\ b = 251 \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} a = 57 \\ b = 35 \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} a = 45 \\ b = 1 \end{array} \right. .$

Cavab: 507 və 505, 255 və 251, 57 və 35, 45 və 1.

NƏTİCƏ

Bu məqalə şagirdlərin, tələbələrin və gənc müəllimlərin müxtəlif riyaziyyat olimpiadalarına hazırlaşmaları üçün əhəmiyyətlidir. Çünki burada qeyri-standart şəkildə çalışmaları həllində müxtəlif həll üsullarına istinad edilir. Öyrənmələrin bu üsulları bilmələri məqsədəuyğundur. Məqalə müasirliyi və orijinallığı ilə seçilir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Balakışiyev A., Sultanova M., Qeyri-standart və düşündürücü çalışmalar (həlli ilə). Bakı, "MBM", 2015, 288 s.
2. Quliyev R., Qarayev F. Riyaziyyatdan olimpiada iştirakçıları üçün 200 variant. Bakı, "Təhsil", 2009, 388 s.
3. Aranlı M., Riyaziyyatdan olimpiada məsələləri. Bakı, 2008, "MBM", 298 səhifə.
4. Агаханов Н.Х., Богданов И.И., Кожевников П.А. , и др. Всероссийские олимпиады школьников по математике 1993-2006: Окружной и финальный этапы. М: МЦНМО-2007, 472 стр.
5. Васильев Н.Б., Гутенмахер В.Л., Раббот ж. м., Тоом А.Л. Заочные математические олимпиады. М: Наука-1986, 176 стр.
6. Шкалярский Д.О., Ченцов Н.Н., Яглом И.М. Избранные задачи и теоремы элементарной математики. М: Наука -1976, 384 стр.
7. Бабинская И.Л. Задачи математических олимпиад. М: Наука -1975, 112 стр.

**YEREL EĞRİLİKLİ KOMPOZİT ŞERİT PLAKLARIN SONLU FARKLAR YÖNTEMİ İLE
ÇÖZÜMÜ**

**SOLUTION OF COMPOSITE STRIP PLATES WITH LOCAL CURVATURE USING
FINITE DIFFERENCES METHOD**

Onur ÇINAR

Araştırma Görevlisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8463-012X>

Zafer KÜTÜĞ

Doçent Doktor, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9147-8135>

ÖZET

Kompozit malzemeler, hafif olmaları ve yüksek dayanımları nedeniyle inşaat sektöründen uçak endüstrisine kadar geniş bir alanda sıklıkla tercih edilmektedir. Yüzey taşıyıcı elemanlar olarak kullanılan plakların kompozit malzemelerle üretilmesi, statik ve dinamik modellenme işlemlerinde kompozit malzemelerin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Kompozit malzemelerde darbeye bağlı olarak ya da üretim sürecinden kaynaklanan yerel veya periyodik eğrilikler oluşabilmektedir. Bu durumlarda, malzemenin gerilme-şekil değiştirme özelliklerini belirlemek ve yük altında çökme değerlerini bulmak oldukça karmaşık bir süreç haline gelmektedir.

Bu kapsamda, yerel eğrilikli kompozit şerit plakların her bir noktasındaki yer değiştirme, gerilme ve moment değerleri MATLAB programında Merkezi Sonlu Farklar Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Sabit ve değişken kesitlere sahip olan şerit plakların çökme değerleri, düzgün yayılı yükleme altında ve farklı iki mesnet şartında (basit ve ankastre mesnet) incelenmiştir. Bu şerit plakların matematiksel denklemleri, Kirchhoff-Love Plak Hipotezi ve Akbarov ve Guz'un Süreklilik Teorisi çerçevesinde türetilmiştir.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, yerel eğrilikli kompozit şerit plak problemlerinin modellenmesi ve çözülmesinin karmaşık ve zorlu bir süreç olduğu, bu nedenle sınırlı sayıda çalışma yapıldığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu ve literatüre özgün ve önemli katkılar sağlayabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Şerit Plak, Yerel Eğrilik, Merkezi Sonlu Farklar Yöntemi, Kirchhoff-Love Plak Hipotezi, Akbarov- Guz' Süreklilik Teorisi.

ABSTRACT

Composite materials are commonly used across a wide range of industries, from construction to the aerospace sector, due to their lightweight nature and high strength. The production of plates as superficial load-bearing elements using composite materials necessitates static and dynamic modeling considerations specific to these materials. Impact or inherent structural irregularities may result in local or periodic curvature in composite materials. Determining the stress-strain characteristics and collapse values under load becomes complex in such scenarios.

Within the scope of the thesis, displacement, stress, and moment values at each point of locally curved composite strip plates were computed using the Finite Differences Method in MATLAB. Collapse values of strip plates with fixed and variable cross-sections were investigated under uniform distributed loading and two different support conditions (simple and clamped). Mathematical equations for these strip plates were derived based on the Kirchhoff-Love Plate Hypothesis and Akbarov and Guz' Continuity Theory.

The obtained results were compared with existing literature studies. Ultimately, it was found that modeling and solving problems related to locally curved composite strip plates are complex and challenging, resulting in a limited number of studies in this area. The research findings are expected to contribute significantly to the literature by offering unique and important insights.

Keywords: Composite Strip Plate, Local Curvature, Finite Differences Method, Kirchhoff- Love Plate Hypothesis, Akbarov- Guz' Continuity Theory.

THE SHORT REVIEW ON THE LIVER DISEASE IN PREGNANCY

J. Yeshwanth

S. Kalaivanan

Bharath Institute Of Higer Education And Research

ABSTRACT

Liver disease during pregnancy poses significant risks to both maternal and fetal health. This review provides a concise overview of the key aspects surrounding liver disease in pregnancy, focusing on its etiology, clinical manifestations, diagnosis, and management. Several liver disorders may manifest or exacerbate during pregnancy, including pre-existing conditions such as viral hepatitis, autoimmune hepatitis, and chronic liver diseases like cirrhosis. Additionally, pregnancy-specific conditions such as intrahepatic cholestasis of pregnancy (ICP) and HELLP syndrome (hemolysis, elevated liver enzymes, and low platelet count) present unique challenges. Clinical manifestations vary widely, ranging from asymptomatic elevation of liver enzymes to severe liver failure. Diagnosis often involves a combination of clinical assessment, laboratory tests (including liver function tests and viral serologies), imaging studies (such as ultrasound and magnetic resonance imaging), and occasionally liver biopsy. Management strategies depend on the specific liver condition and the stage of pregnancy. Treatment aims to optimize maternal and fetal outcomes while minimizing risks. This may include close monitoring, supportive care, pharmacotherapy, and, in severe cases, timely delivery to prevent maternal decompensation. Multidisciplinary collaboration between obstetricians, hepatologists, neonatologists, and other specialists is crucial for comprehensive care. Furthermore, patient education, risk stratification, and appropriate follow-up are essential components of successful management. In conclusion, liver disease in pregnancy presents complex clinical scenarios requiring tailored approaches to optimize outcomes for both mother and baby. A thorough understanding of the etiology, clinical manifestations, diagnostic modalities, and management strategies is vital for healthcare providers involved in the care of pregnant women with liver disease.

Keywords: Liver disease, Pregnancy, Intrahepatic Cholesterol of Pregnancy (ICP), HELLP, Maternal decompensation.

**A SURVEY ON TICKS AND TICK-BORNE PARASITES IN CATTLE SLAUGHTERED AT
JEGA ABATTOIR, KEBBI STATE, NIGERIA**

Isyaku Nike Tawakaltu

*Department of Animal and Environmental Biology, Kebbi State University of Science and Technology,
Aleiro, Kebbi State, Nigeria*

Suleiman Jafaru

Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Sokoto State University, Sokoto State, Nigeria

Muawuya Ibrahim

*Department of Animal and Environmental Biology, Kebbi State University of Science and
Technology, Aleiro, Kebbi State, Nigeria*

Tolulope James

Department of Mathematics, Kebbi State University of Science and Technology, Aleiro

ABSTRACT

Tick and tick-borne parasitic disease of livestock significantly impacts negatively on the animal's wellbeing and productivity in Nigeria. This study aimed at determining the prevalence of ticks and tick-borne parasites in cattle slaughtered at Jega abattoir, Kebbi State, Nigeria. Ticks and blood collected from randomly selected cattle brought to be slaughtered were examined using standard entomological, parasitological and haematological procedures. Out of the 378 cattle examined 242

(64.02%) were infested with ticks. All 1,140 ticks collected were the ixodid tick. The 242 cattle that harboured tick all tested positive for tick borne parasites. The prevalence of tick-borne haemoparasites observed are Babesia sp. 99(4.91%), Anaplasma sp. 76 (31.40%), and Theileria sp. 67 (27.69%). The prevalence of tick and tick-borne haemoparasites in cattle slaughtered at Jega abattoir is significant ($P < 0.05$). Older cattle 195 (80.58%) were observed to harbour more tick ectoparasites than the young ones 47 (19.42%). Both male and female cattle tend to have equal chance of being infested. Proper hygienic environment is a preventive measure to any kind of parasitic infection. Public enlightenment programs should therefore be organized for cattle rearers on the need to maintain good environmental condition.

Keywords: cattle, tick-borne diseases, tick, species.

BOOLEAN ALGEBRA

G.KUSHAL

AKSHAY JILLA

K.SRAVAN

R.M.K. Engineering College, India

ABSTRACT

Boolean algebra, a fundamental branch of mathematics and a cornerstone of computer science, deals with variables that can have only two possible values: true or false, typically represented as 1 and 0, respectively. Developed by George Boole in the mid-19th century, Boolean algebra serves as the foundation for digital logic and circuit design.

At its core, Boolean algebra explores the manipulation and analysis of logical expressions using operators such as AND, OR, and NOT. These operators facilitate the combination of variables to form more complex expressions, enabling the representation and solving of logical problems.

The abstract nature of Boolean algebra transcends its origins in mathematics, finding extensive applications in computer science, particularly in digital electronics, software engineering, and database design. Its simplicity and versatility make it indispensable for designing and analyzing digital systems, providing a framework for expressing and evaluating logical relationships with precision and efficiency.

**GELİŞMİŞ SÜRÜCÜ DESTEK SİSTEMLERİ İÇİN TERMAL KAMERA
GÖRÜNTÜLERİNDE YAYA TESPİTİ**

**PEDESTRIAN DETECTION IN THERMAL CAMERA IMAGES FOR ADVANCED DRIVER
ASSISTANCE SYSTEMS**

Çağla ERDEM ÖZTAŞ

*Elektrik-Elektronik Mühendisi, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik
Mühendisliği, Elazığ, Türkiye.*

<https://orcid.org/0000-0002-8400-8282>

Dr. Öğr. Üyesi Sencer ÜNAL

*Doktor Öğretim Üyesi, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği,
Elazığ, Türkiye.*

<https://orcid.org/0000-0001-5990-933X>

ÖZET

Otomobil sürücülerinin gece veya düşük ışık koşullarında yoluna çıkan yayaları fark edememesi veya geç fark etmesi, yaşanan trafik kazalarını yayalar, sürücü ve yolcular için ölümcül hale getirmektedir. Termal kameralar ortamın görünür ışık seviyesinden bağımsız olarak nesnelerin yaydığı-yansıttığı ısıyı algılar ve bu bilgiyi görüntüye dönüştürür. Bu nedenle, düşük ışık koşullarında güvenli sürüş için termal görüntüleme teknolojilerinden faydalanılarak geliştirilecek bir yaya tespit sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri (ADAS) kapsamında, termal görüntüleme teknolojisi kullanılarak tasarlanacak bir yaya tespit sistemiyle yetersiz ışık koşullarında yaşanan yaya-araç trafik kazalarının önüne geçmektir. Çalışmamızda, başarı oranı yüksek Yönlü Gradyanlar Histogramı (YGH) tanımlayıcısıyla birlikte, hızlı karar verme mekanizmasına sahip Destek Vektör Makineleri (DVM) sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Yayalar, yaydıkları ısı sayesinde termal görüntülerde parlaklık yönünden arka plandan ayrılmaktadır. YGH tanımlayıcısına ait özellik vektörleri, bir nesnenin görüntüsünün parlaklık yoğunluk yön vektörlerinin dağılımının belirlenmesi prensibiyle çalışır. Bu özellikler YGH tanımlayıcısının, sürüş sırasında değişen arka plan ve nesne boyutundan bağımsız olmasını sağlamak ve termal görüntülerde yaya tespiti için YGH tanımlayıcısını diğer tanımlayıcılara göre avantajlı kılmaktadır. Yaya ve yaya olmayan bölgeleri sınıflandırmak amacıyla DVM kullanılmıştır. DVM, farklı sınıflara ait olan veri kümelerinde her sınıfın sınırlarında bulunan verileri destek vektörleri olarak belirler ve bu vektörleri kullanarak farklı sınıfları birbirinden ayıran en uzak hiperdüzlemin hesaplanması prensibiyle çalışır. Eğitim verileriyle hesaplanan hiperdüzlem, daha sonra sunulacak test verilerini sınıflardan birine atamak için kullanılır. Bu yöntem algoritmaya basitlik ve hız kazandırmaktadır.

Önceden eğitilmiş modelimiz, MATLAB kullanılarak sürüş sırasında kaydedilen termal görüntülerden oluşan FLIR-ADAS veri setinden alınan 200 örnek görüntü üzerinde uygulanmış ve test sonuçları üzerinden modelin başarı oranı hesaplanmıştır. Yaya tespit algoritmasının sınıflandırma çıktılarına ait dört adet temel olasılık kümesi; doğru pozitif (dp), doğru negatif (dn), hatalı pozitif (hp) ve hatalı negatif (hn) sonuçları analiz edilerek %93 doğruluk oranı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışmamızda kullanılan yöntemin geçerliliğini kanıtlar niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Gelişmiş Sürücü Destek Sistemleri, Termal Görüntü, Yaya Tespiti, Yönlü Gradyanlar Histogramı, Destek Vektör Makineleri.

ABSTRACT

The inability of automobile drivers to notice pedestrians crossing their path at night or in low light conditions, or to notice them late, makes traffic accidents fatal for pedestrians, drivers, and passengers. Thermal cameras detect the heat emitted or reflected by objects independently of the visible light level of the environment and convert this information into images. Therefore, there is a need for a pedestrian detection system developed using thermal imaging technology for safe driving in low light conditions.

The aim of this study is to prevent pedestrian-vehicle traffic accidents in low light conditions by designing a pedestrian detection system using thermal imaging technology within the scope of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). In our study, the Histogram of Oriented Gradients (HOG) descriptor, which has a high success rate is used together with the Support Vector Machines (SVM) classification method with a fast decision-making mechanism. Pedestrians are distinguished from the background in thermal images by their emitted heat. Feature vectors of the HOG descriptor work based on the principle of determining the distribution of brightness intensity direction vectors of an object's image. These features ensure that the HOG descriptor is advantageous compared to other descriptors for pedestrian detection in thermal images, by making it independent of changing backgrounds and object sizes during driving. To classify pedestrian and non-pedestrian regions, Support Vector Machines (SVM) were used. The SVM works based on the principle of determining the data points which are located at the boundaries of every dataset as support vectors, and by using these vectors, calculating the furthest hyperplane that separates the different classes. The hyperplane calculated with training data is then used to assign test datas to one of the classes. This method provides simplicity and speed to the algorithm.

Our pre-trained model was applied by using MATLAB to 200 sample images taken from the FLIR-ADAS dataset recorded during driving and the success rate of the model was calculated based on the test results. Four basic probability sets of classification outputs of the pedestrian detection algorithm; true positive (tp), true negative (tn), false positive (fp), and false negative (fn) results were analyzed, resulting in a 93% accuracy rate. The obtained results confirm the validity of the method used in our study.

Keywords: Advanced Driver Assistance Systems, Thermal Imaging, Pedestrian Detection, Histogram of Oriented Gradients, Support Vector Machines.

**NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SOLAR AIR HEATER DESIGN ON
HEAT TRANSFER**

**GÜNEŞ ENERJİLİ HAVA ISITICISININ TASARIMININ ISI TRANSFERINE ETKİSİNİN
SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ**

Dr. Eyup KOCAK

Cankaya University, Engineering Faculty

Mechanical Engineering Department, Ankara, Türkiye

ABSTRACT

The design of solar-powered air heaters is recognized as an integral part of transitioning to low-cost, eco-friendly, and sustainable energy sources. This research aims to understand the heat transfer and flow characteristics of solar-powered air heaters and optimize their design. The study investigates the heat transfer and flow characteristics of an air heater with different geometric dimensions using numerical methods. A numerical solver called simpleFoam from the OpenFOAM library was chosen for numerical simulations. Subsequently, the plate belonging to the solar-powered air heater was solved in three dimensions and independently of time. The k-epsilon turbulence model was selected for turbulence modeling. In this study, instead of a flat absorber plate, a finned plate was utilized. Through numerical investigations, the influence of absorber design on heat transfer was parametrically examined. The results were thoroughly examined in terms of outlet temperatures and thermal efficiency. These findings indicate a significant impact of the geometric parameters of structures placed on the plate on pressure loss and heat transfer. This study sheds light on the factors to be considered in the design process to enhance the efficiency of solar-powered air heaters.

Keywords: Solar Air Heater, Computational Fluid Dynamics, Heat Transfer

ÖZET

Güneş enerjisiyle çalışan hava ısıtıcılarının tasarımı, düşük maliyetli, çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişin önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu araştırma, güneş enerjili hava ısıtıcılarının ısı transferi ve akış özelliklerini anlamak ve bu sistemlerin tasarımını optimize etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, farklı geometrik boyutlara sahip bir hava ısıtıcısının ısı transferi ve akış karakteristikleri, sayısal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Sayısal simülasyonlar için OpenFOAM kütüphanesinde bulunan simpleFoam adlı sayısal çözücü tercih edilmiştir. Daha sonra güneş enerjili hava ısıtıcısına ait plaka, üç boyutlu ve zamandan bağımsız olarak çözülmüştür. Türbülans modeli olarak k-epsilon türbülans modeli seçilmiştir. Bu çalışma kapsamında düz emici plaka yerine kanatçıklı plaka kullanılmıştır. Sayısal çalışmalar ile farklı plaka tasarımlarının ısı transferine etkisi parametrik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, hava çıkış sıcaklığı ve termal verim üzerinden detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu sonuçlar, plaka üzerine yerleştirilen yapıların geometrik parametrelerinin ısı transferi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, güneş enerjili hava ısıtıcılarının verimliliğini artırmak için tasarım sürecinde dikkate alınması gereken faktörleri aydınlatmaktadır.

Anahtar kelimeler: Güneş Enerjili Hava Isıtıcısı, Sayısal Akışkanlar Dinamiği, Isı Transferi

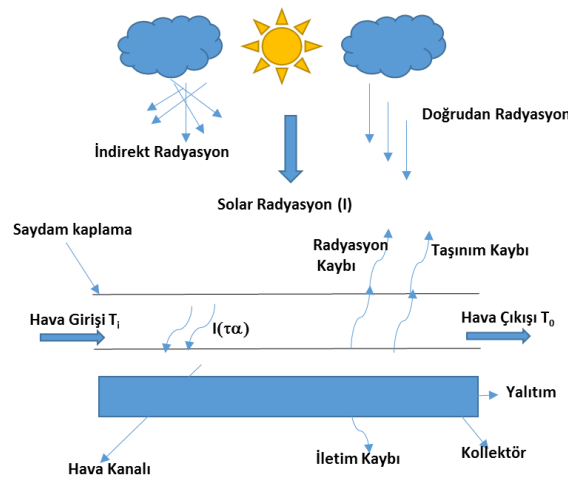
INTRODUCTION

The current economic, social, and global climate challenges pose a significant obstacle to sustainable development for people. In 2015, the United Nations proposed the Sustainable Development Goals (SDGs) as a comprehensive guide. The development and utilization of renewable energy can help achieve approximately 75% of the total 169 environmental, social, and economic goals within the 17 sustainable development goals [1]. Therefore, many countries have developed strategies to achieve the SDGs and promote the advancement of renewable energy technologies. In this context, solar energy plays a crucial role not only in reducing carbon footprints and greenhouse gas emissions but also in stimulating economic growth [2].

Solar air heaters (SAHs) are globally adopted devices that utilize solar energy to meet moderate thermal energy requirements in residential and industrial applications [3]. Considering limitations such as the availability of solar energy only during daylight hours and variable weather conditions, solar air heaters can be categorized into two types based on their usage: instant solar air heaters and thermal energy backup solar air heaters. In recent years, researchers have been working on overcoming the disadvantages of such solar energy-based devices and increasing their thermal performance over extended periods, such as operating cyclically for 2-4 hours or 24 hours after sunrise [4].

The primary applications of SAHs involve providing heated air for drying agricultural products (vegetables, grains, spices, fruits, medicinal plants, wood, etc.) at low and moderate temperatures. They can also be used for drying materials like concrete or construction materials and in some industrial applications [5]. SAHs offer advantages such as low initial cost, easy manufacturing, no need for regular tracking, and low maintenance requirements [6]. Additionally, due to their design suitability and simplicity, SAHs have many advantages, including reducing energy consumption costs and lowering greenhouse gas emissions compared to the use of fossil fuels [7].

Solar-powered air heaters convert sunlight into useful heat energy. Figure 1 schematically illustrates non-concentrating flat plate solar collectors, which are easy and economical to produce and used for low and moderate heating applications [8]. SAHs typically include a transparent glass cover, a frame made of metal or wood to support the structure, an absorber plate to collect sunlight, an inlet duct to take in cold air, an outlet duct to release hot air, and insulation to minimize heat loss [9]. Solar-powered air heaters can also be classified based on features such as heat storage, radiation extraction, axis tracking, extended surfaces, and the number of collectors.



Şekil 1. GHA'nın şematik gösterimi

Many researchers are conducting numerical and experimental studies to better understand the performance of solar-powered air heaters (SAHs). Bopche and Tandale [10] conducted experimental studies in a rectangular duct to examine the effect of reverse U-shaped turbulators on heat transfer rate.

While one roughened wall was fully heated, the other three walls were entirely insulated, and the data obtained for heat conduction and friction factor were compared with those obtained under similar conditions in a smooth duct. The results indicate that the use of turbulators increases the efficiency of SAHs. The study by Moshery et al. [11] investigated the theoretical and experimental effects of transverse fins added to the backside of the absorber panel of SAHs. The results showed an increase in the average heat transfer rate and thermal energy efficiency due to the breakdown of the laminar layer. In another study by Rani et al. [12], the experimental evaluation of the effect of semi-circular finned absorber plates on heat transfer was conducted. The results showed that the average air temperature increase in finned collectors was between 14.08-22.78°C compared to typical flat SAHs. In a study by Elfadl et al. [13], a newly designed absorber surface in double-pass SAHs was compared with flat plate SAHs. Circular aluminum tubes were assembled and painted black. The results showed that the newly designed SAH had higher efficiency, lower heat losses, and higher outlet temperatures compared to flat plate SAHs. Srivastava et al. [14] suggested that V-shaped protrusions on the absorber plate performed better than arc-shaped protrusions. Both V-shaped and arc-shaped protrusions were found to perform better than a flat surface.

The focus in the development of SAHs is to maximize heat absorption and minimize heat loss, leading to the emergence of various designs and approaches with a wide performance range. Noteworthy approaches include optimization of basic dimensions, use of extended surfaces or artificial roughness in different shapes and sizes, use of concentrators to increase available sunlight, and integration of heaters with photovoltaic elements [15], [16].

A literature review indicates that various methods such as jet interaction, double glazing, fin addition, etc., have been examined to increase the efficiency of SAHs. However, this study numerically investigates the effect of using different designs instead of a flat absorber plate. In this context, the effects of flow separation cylinder structures and perpendicular parallel fins on the thermal efficiency of SAHs have been extensively studied.

MATHEMATICAL MODEL

As seen in Figure 3, the problem consists of airflow through a rectangular duct. The upper plate of the duct allows the temperature of the fluid passing through the duct to increase due to the effect of heat transfer with radiation from the sun. In this region, heat transfer occurs through forced convection between the upper plate of the duct and the fluid flowing through the duct. The side and bottom surfaces of the duct are insulated. The dimensions of the SAH under investigation in the study are 1000x500x10 mm. The flow is assumed to be steady, three-dimensional, incompressible, and either laminar or turbulent, with the fluid being Newtonian and the thermophysical properties being constant. Considering that the absorber plate is oriented perpendicular to the sun, the gravitational acceleration is applied to the flow volume at an angle. The amount of heat transfer received by the upper surface of the absorber plate via radiation is determined for August 15th under outdoor conditions. These values are provided in Table 1.

Table 1. Solar Irradiation Values for Ankara Turkiye at August 15, 13:00, UTC +3:00

Weather Conditions	Fair Weather
Sun Direction Vector	X: -0.135669, Y: -0.968212, Z: -0.210141
Sunshine Fraction	1
Direct Normal Solar Irradiation (at Earth's surface)	876.152 W/m ²

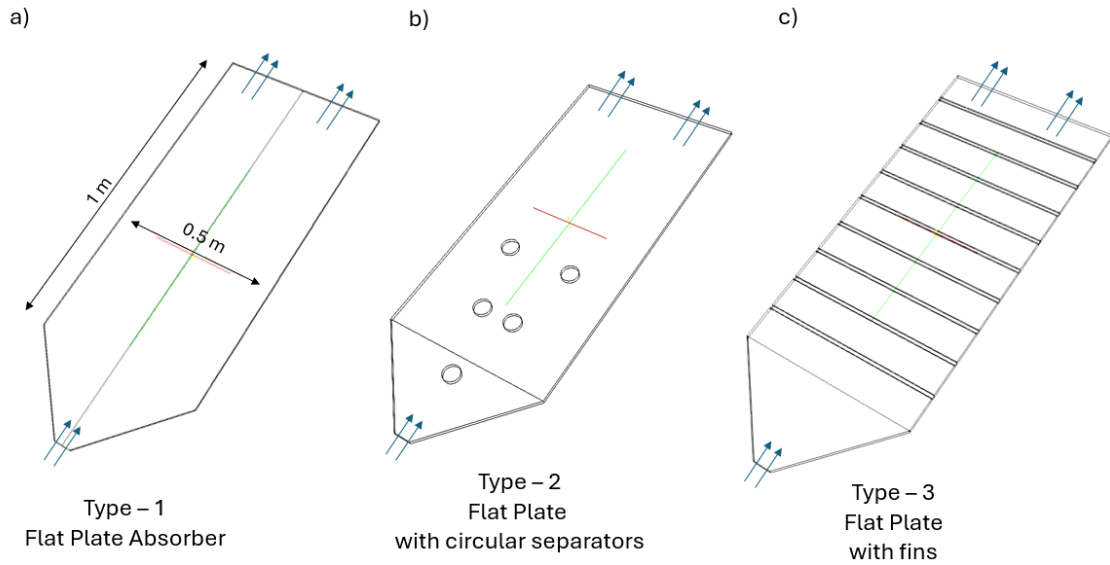


Figure 2. Schematic view of the three different case a) type-1, base design, flat absorber, b) type 2, absorber with circular flow separators, and c) type-3, absorber with fin structures

Continuity Equation

The continuity equation for three-dimensional, incompressible flow can be expressed as follows:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

In this equation, the velocity in the x-direction is denoted by u , the velocity in the y-direction is denoted by v , and the velocity in the z-direction is denoted by w .

Momentum Equation

The classical Reynolds-averaged Navier-Stokes equations are valid for analyses of free-stream flow.

$$\rho_f \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} (uu) + \frac{\partial}{\partial y} (uv) + \frac{\partial}{\partial z} (uw) \right) \right] = -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu_{eff} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + S_x \quad (2)$$

$$\rho_f \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} (uv) + \frac{\partial}{\partial y} (vv) + \frac{\partial}{\partial z} (wv) \right) \right] = -\frac{\partial P}{\partial y} + \mu_{eff} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + S_y \quad (3)$$

$$\rho_f \left[\left(\frac{\partial}{\partial x} (uw) + \frac{\partial}{\partial y} (vw) + \frac{\partial}{\partial z} (ww) \right) \right] = -\frac{\partial P}{\partial z} + \mu_{eff} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + S_z \quad (4)$$

The term μ_{eff} in Eq. (2-4) represents the effective viscosity of the fluid, which is equal to the sum of laminar and turbulent viscosities.

Energy Equation

Energy equation used in the numerical analysis is given below.

$$\rho_f \left(\frac{\partial}{\partial x_i} (u_i T) \right) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\Gamma_{eff} \left(\frac{\partial}{\partial x_j} T \right) \right] \quad (5)$$

In Equation (5), Γ_{eff} represents the effective thermal diffusivity. In the free-stream region where turbulent flow occurs, the effective thermal diffusivity Γ_{eff} is given by $\Gamma_{eff} = \frac{k_{eff}}{C_f} + \frac{\mu_{eff}}{Pr_t}$. For laminar flow, the effective thermal diffusivity is $\Gamma_{eff} = \frac{k_{eff}}{C_f}$. Here, C_f represents the specific heat of the fluid at constant pressure, T is the temperature, and k_{eff} is the effective thermal conductivity.

k-ε Turbulence Model

In simulations, the k-ε turbulence model has been utilized. In Cartesian coordinates, for steady and incompressible flow, the turbulence kinetic energy and turbulence kinetic energy dissipation equations can be expressed as follows [17].

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k + \rho \epsilon + P_{kb} \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{\epsilon}{k} (C_{\epsilon 1} P_\epsilon - C_{\epsilon 2} \rho \epsilon + C_{\epsilon 3} P_{\epsilon b}) \quad (7)$$

Here, $C_{\epsilon 1} = 1.44$, $C_{\epsilon 2} = 1.92$, $C_\mu = 0.09$, $\sigma_k = 1$ and $\sigma_\epsilon = 1.3$.

Boundary Conditions

For numerical solution of the problem, a uniform velocity profile is defined at the inlet. The inlet temperature is set to $T_0=297$ K for all analyses. A pressure outlet boundary condition is defined at the outlet, with $P_{gauge}=0$ Pa specified. The velocity vector is set to zero for all directions on the side and bottom walls, while temperature variation is also set to zero. For the top plate, the velocity is set to zero in all directions. Considering the influence of solar irradiation on the top plate, it is integrated the heat flux value provided in Table 1. This calculation incorporates the transparent glass transmissivity (set at 0.95) and the emissivity of the absorber plate (set at 0.85), as outlined in Figure 1. Thus, the heat flux value from Table 1 by multiplying it with these coefficients to obtain the actual heat flux applied to the absorber plate.

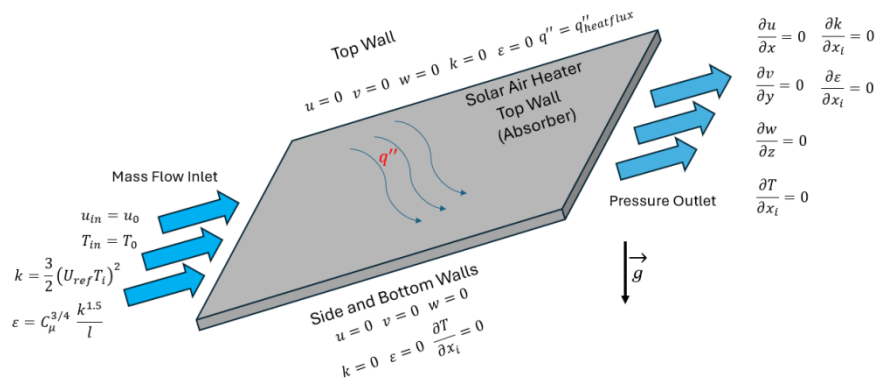


Figure 3. Boundary conditions of the problem

Data Analysis

In the analysis of Solar Air Heaters, one of the most critical parameters used is the thermal efficiency. In this study, the thermal efficiency value has also been utilized when comparing designs. The thermal efficiency value can be calculated as follows;

$$\eta_{th} = \frac{\dot{m} c_{p,air} (T_{out} - T_{in})}{I A_{absorber}} \quad (8)$$

Where, m is mass flow rate in kg/s, $c_{p,air}$ is specific heat of the air in J/kgK, $T_{out} - T_{in}$ is the temperature difference between inlet and outlet, I is the solar irradiation in W/m^2 and $A_{absorber}$ is the absorber surface area in m^2 .

To conduct heat transfer analysis, the Nusselt number must be calculated. For this calculation, it is necessary to determine the heat transferred from the absorber plate to the air. The Nusselt number is defined as follows:

$$Nu = \frac{h L_c}{k_f} \quad (9)$$

Here, h is the heat transfer coefficient, k_f is the thermal conductivity of air, and L_c is the characteristic length. To calculate the heat transfer coefficient, the following heat transfer equation can be used:

$$Q_{conv} = h A (\bar{T}_p - T_i) \quad (10)$$

Here, Q_{conv} represents the heat transferred from the surface to the air, A is the surface area where heat transfer occurs, (T_p) represents the average temperature of the surface, and T_i is the air temperature at the inlet of the channel. By rearranging the equation for the heat transfer coefficient (h) from the equation of heat transferred to the air (Eq. 10), we obtain the following equation:

$$h = \frac{Q_{conv}}{A(\bar{T}_p - T_i)} = \frac{q''}{(\bar{T}_p - T_i)} \quad (11)$$

In Eq.(11), q'' represents the surface heat flux. Substituting the obtained equation for the heat transfer coefficient into the equation that gives the Nusselt number, and considering the characteristic length as D_h , we obtain the following equation:

$$Nu = \frac{Q_{conv}}{A(\bar{T}_p - T_i)} \frac{D_h}{k_f} = \frac{q''}{(\bar{T}_p - T_i)} \frac{D_h}{k_f} \quad (12)$$

Since the problem exhibits a flow similar to that between two plates, the Nusselt number can also be determined using the following correlation equation:

$$Nu = 0.664 Re^{0.5} Pr^{0.33} \text{ for } Re < 5 \times 10^5 \quad (13)$$

$$Nu = 0.037 Re^{0.8} Pr^{0.33} \text{ for } 5 \times 10^5 < Re < 10^7 \quad (14)$$

where Pr is the Prandtl number and Re is the Reynolds number.

NUMERICAL SOLUTION

In this study, the finite volume method was utilized to algebraically discretize the differential equations. For the numerical solution of the problem, the geometry was initially divided into a finite number of control volumes to create a numerical grid. The governing differential equations of the problem were integrated over the finite control volumes, yielding algebraic equations. A hybrid method was employed to discretize the convection terms. The Gauss-Seidel iteration technique was

employed to solve the algebraic equations. For the velocity-pressure coupling, the SIMPLE algorithm was utilized, and the *simpleFoam* solver within the open-source platform OpenFOAM was employed. The equations, along with the boundary conditions of the problem, were solved to determine the velocity and temperature distributions within the solution domain.

GRID GENERATION AND NUMERICAL VERIFICATION

The mesh system used in the simulation of the problem is presented in Figure 4. The computational domain was discretized using a structural mesh entirely generated with the open-source program blockMesh. To ensure results independent of the number of grid nodes, the simulation of the problem was repeated with different numbers of solution points while keeping all parameters constant. Upon evaluating all results, it was observed that the optimum number of solution points is 1362000.

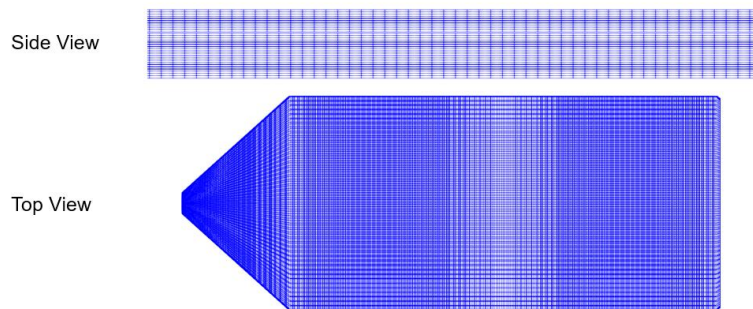


Figure 4. Grid Structure for the numerical domain.

To validate the mathematical model and the numerical solution method, a comparison of the Nusselt number on the absorber plate was conducted. For this purpose, Nusselt numbers were numerically determined by testing four different numerical mesh structures. Subsequently, the Nusselt numbers obtained for each numerical mesh were compared with the Nusselt number correlation equation (Equations 13-14) established in the literature for flow between two plates. As a result of this comparison, a relative error of 4% was observed, and the fine mesh structure was selected as the numerical mesh structure to be used for the study. This grid structure comprises a total of 1,648,670 structured mesh elements. Results of the mesh independency study and verification of the solution methods are given in Table 3.

Table 3. Mesh independency study results

Mesh Quality	Element Number	Nu_CFD	Nu_Correlation	Error (%)
Coarse	450458	68.62	74.2	7.5
Medium	912563	70.84	74.2	4.5
Fine	1648670	71.18	74.2	4.04
Very Fine	2945256	71.26	74.2	3.96

NUMERICAL RESULTS

Numerical analyses were conducted for three different designs at seven different mass flow rates ranging from 0.003 kg/s to 0.015 kg/s. In these analyses, the inlet temperature was set to 297.15 K, and the area averaged outlet temperature and the thermal efficiency of the system were determined.

In Figure 5, velocity contours and streamlines are provided for the initial design, illustrating the flow characteristics. It is observed that the maximum velocity is attained in the central region of the flow, while vortex regions emerge in the two wing sections. Additionally, Figure 6 demonstrates that these vortex zones correspond to regions of elevated temperature.

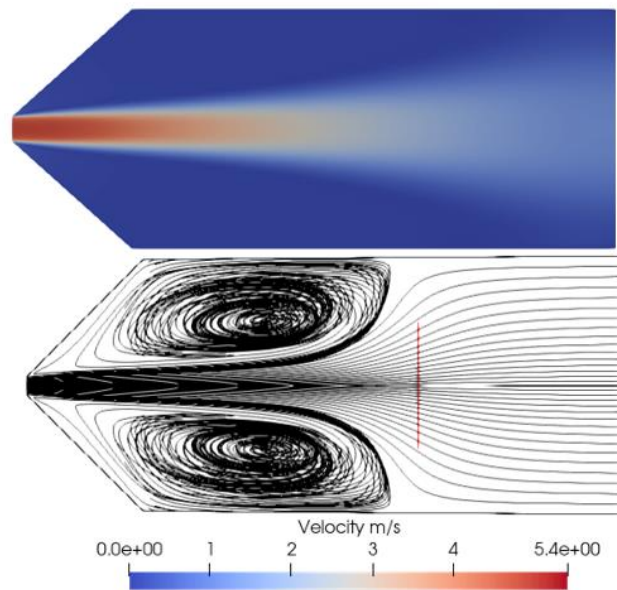


Figure 5. Type-1 velocity contours and streamline profiles for massflow rate of 0.003 kg/s

To improve the temperature distribution uniformity and minimize vortex formations, vortex generators have been incorporated into the flow field in the subsequent design iteration. This adjustment aims to enhance thermal performance and streamline airflow, contributing to overall efficiency and effectiveness of the system

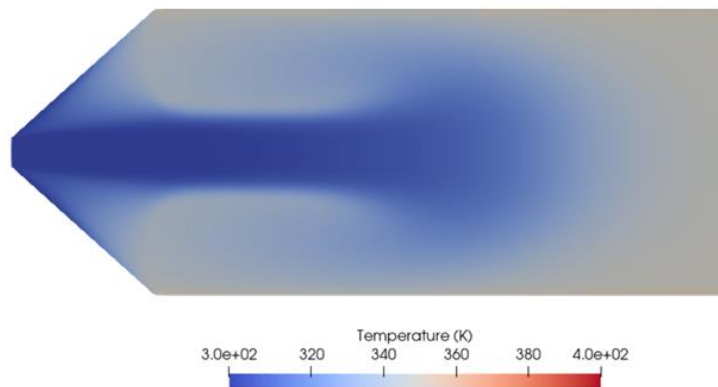


Figure 6. Type-1 temperature contour for massflow rate of 0.003 kg/s

In Figure 7, velocity contours and streamlines depict the flow characteristics of the new design. Vortex generators have been strategically placed in sequential order, with varying quantities and spacing aimed at disrupting the vortex formation. Although there has been a reduction in vortex size and volume, achieving uniform flow remains a challenge. Additionally, Figure 8 illustrates that higher temperatures persist in the vortex regions, accompanied by the formation of a wake behind the generators.

Despite the observed increase in outlet temperature values with this design, the desired uniform flow structure has not been realized. As a result, a new design approach has been implemented, incorporating the placement of fin structures while removing the vortex generators. This latest

iteration seeks to optimize thermal performance and streamline airflow, addressing the limitations encountered in previous designs.

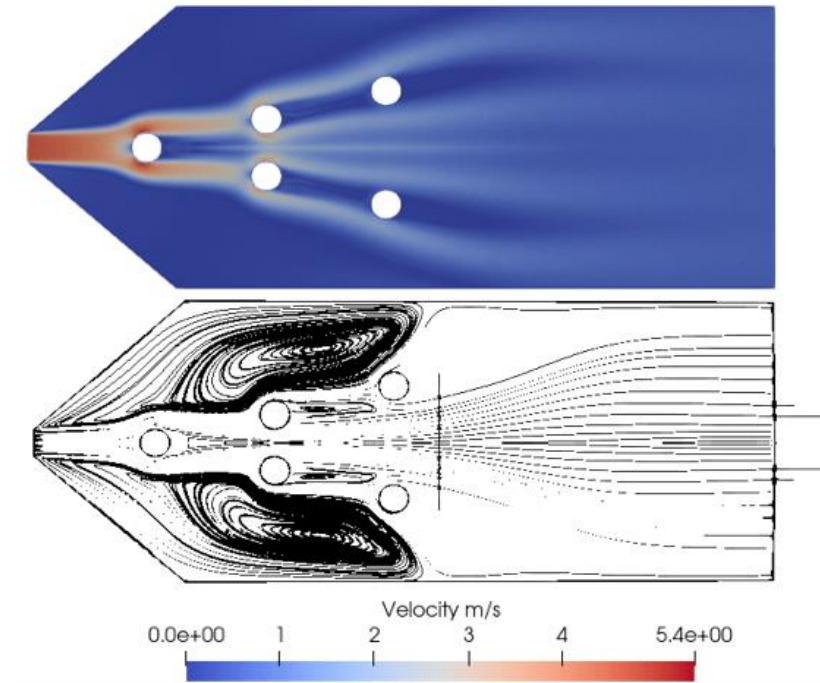


Figure 7. Type-2 velocity contours and streamline profiles for massflow rate of 0.003 kg/s

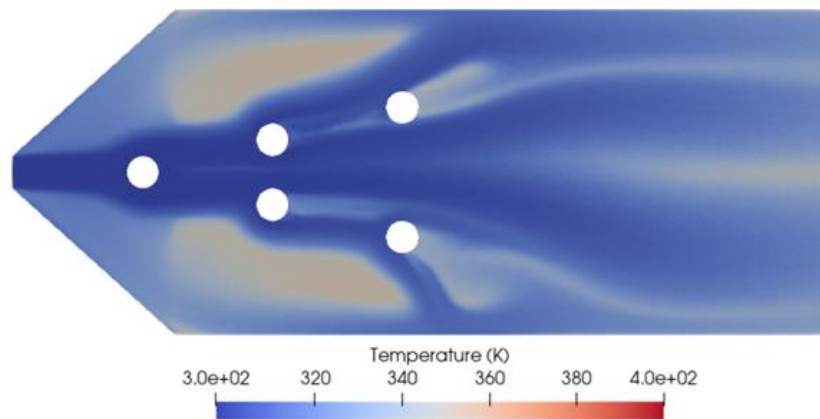


Figure 8. Type-2 temperature contour for massflow rate of 0.003 kg/s

In Figures 9 and 10, velocity and temperature distributions are provided for the finned design. It is observed that the implementation of fin structures has led to significant improvements in flow characteristics. The vortex region has undergone a reduction of approximately 40%, attributed to the disruptive effects of the fins on vortex formation. Furthermore, the elevated temperatures within this region have been rapidly dissipated, facilitating the establishment of a more uniform flow field.

The utilization of fin structures has effectively mitigated the non-uniform velocities entering the flow field, resulting in a more homogeneous flow pattern. This uniformization of flow velocities is crucial for optimizing thermal performance and minimizing the formation of vortices.

Moreover, it is noteworthy that the highest outlet temperature values have been achieved with the finned design. This is indicative of the enhanced heat transfer capabilities facilitated by the optimized flow patterns induced by the fin structures.

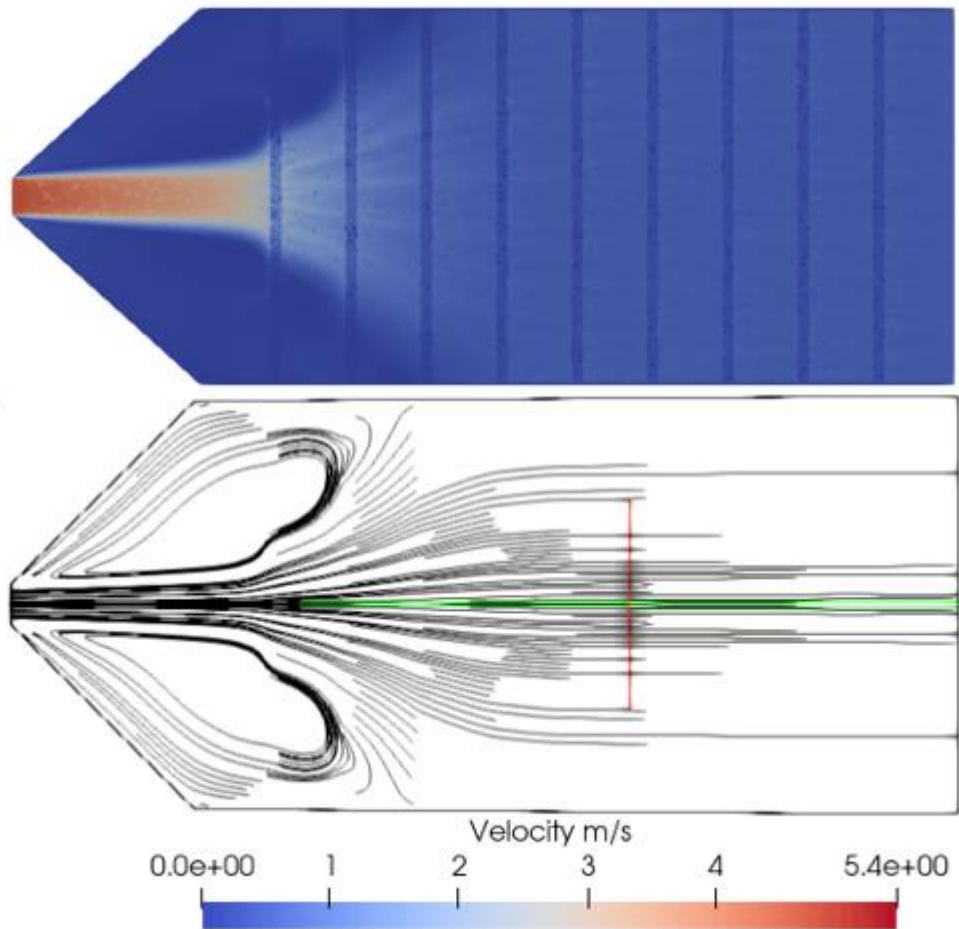


Figure 9. Type-3 velocity contours and streamline profiles for massflow rate of 0.003 kg/s

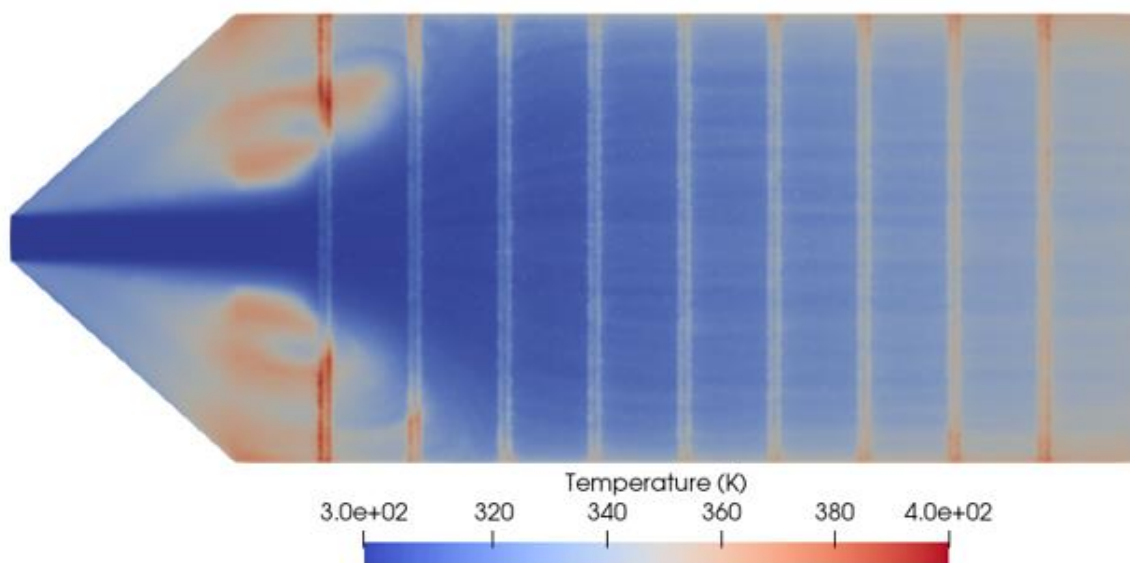


Figure 10. Type-3 temperature contour for massflow rate of 0.003 kg/s

When analyzing the Figure 11 and Figure 12, the relationship between outlet temperature and thermal efficiency based on flow rate becomes evident. As the flow rate increases, the outlet temperature decreases for all three designs, consequently leading to a decrease in thermal efficiency. The highest outlet temperatures and thermal efficiencies are observed in the finned design. This indicates that the use of fin structures enhances thermal performance and facilitates more effective heat transfer by promoting flow homogeneity. Especially at low flow rates, the finned design exhibits significantly higher thermal efficiency compared to the others. With the implementation of fins, the size of vortices in the flow diminishes, and flow stability increases. This results in an improvement in thermal efficiency and facilitates reaching higher outlet temperatures. It is evident that the thermal performance of the finned design surpasses that of the others. The effective utilization of fins enhances flow homogeneity, thereby ensuring higher efficiency and optimizing system performance.

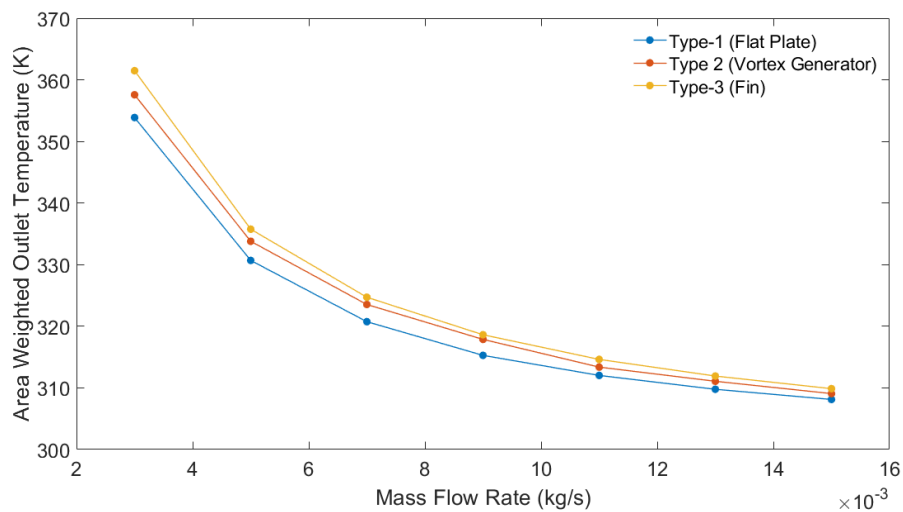


Figure 11. Area weighted outlet temperatures for different mass flow rates.

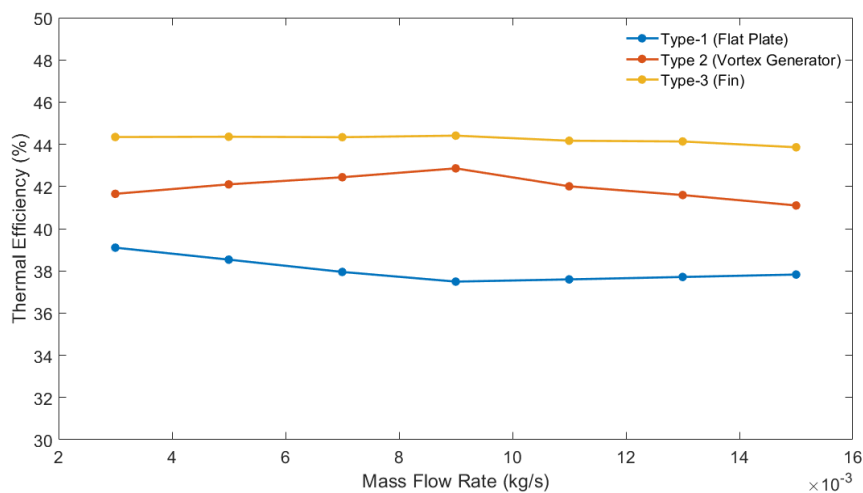


Figure 12. Thermal efficiencies for different mass flow rates.

DISCUSSION & CONCLUSION

Using numerical techniques, the thermal performance of three designs was investigated at varying flow rates in this study. The governing equations were discretized meticulously using the finite volume method, ensuring accurate solutions through careful grid generation and verification. The computational domain was meshed into control volumes, and the resulting algebraic equations were solved using iterative techniques. Validation was conducted to confirm the suitability of the mesh by comparing Nusselt numbers with established correlations. The finned design was consistently found to perform superiorly across performance and efficiency metrics. Vortex formation was cleverly disrupted by the fins, promoting a uniform flow field that enhanced heat transfer. Significantly, higher outlet temperatures and thermal efficiencies were achieved by the finned design, particularly at low flow rates, thereby solidifying its dominance over the other designs. The power of meticulous numerical methods and thoughtful design in optimizing thermal performance is championed by this study. The findings illuminate the substantial advantages of fin structures in enhancing heat transfer and overall system efficiency. Valuable knowledge is offered for designing and optimizing thermal systems across diverse applications through this research.

REFERENCES

- [1] M. A. Hannan *et al.*, “Impact of renewable energy utilization and artificial intelligence in achieving sustainable development goals,” *Energy Reports*, vol. 7, pp. 5359–5373, 2021, doi: 10.1016/j.egy.2021.08.172.
- [2] N. M.-A. Mutombo and B. P. Numbi, “Assessment of renewable energy potential in Kwazulu-Natal province, South Africa,” *Energy Reports*, vol. 5, pp. 874–881, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.egy.2019.07.003.
- [3] S. Singh, “Experimental and numerical investigations of a single and double pass porous serpentine wavy wiremesh packed bed solar air heater,” *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 1361–1387, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.06.137.
- [4] S. M. Shalaby, M. A. Bek, and A. A. El-Sebaai, “Solar dryers with PCM as energy storage medium: A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 33, pp. 110–116, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2014.01.073.
- [5] A. S. Yadav and J. L. Bhagoria, “A CFD (computational fluid dynamics) based heat transfer and fluid flow analysis of a solar air heater provided with circular transverse wire rib roughness on the absorber plate,” *Energy*, vol. 55, pp. 1127–1142, 2013, doi: 10.1016/j.energy.2013.03.066.
- [6] A. Priyam and P. Chand, “Effect of wavelength and amplitude on the performance of wavy finned absorber solar air heater,” *Renew. Energy*, vol. 119, pp. 690–702, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2017.12.010.
- [7] H. S. Arunkumar, K. Vasudeva Karanth, and S. Kumar, “Review on the design modifications of a solar air heater for improvement in the thermal performance,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 39, 2020, doi: 10.1016/j.seta.2020.100685.
- [8] G. Goga *et al.*, “Heat transfer enhancement in solar pond using nano fluids,” *Mater. Today Proc.*, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.12.238.
- [9] Y. Agrawal *et al.*, “Experimental investigation on thermal efficiency augmentation of solar air heater using copper wire for discrete roughened absorber plate,” *Mater. Today Proc.*, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2022.12.244.
- [10] S. B. Bopche and M. S. Tandale, “Experimental investigations on heat transfer and frictional characteristics of a turbulator roughened solar air heater duct,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 52, no. 11–12, pp. 2834–2848, 2009, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.09.039.
- [11] R. Moshery, T. Y. Chai, K. Sopian, A. Fudholi, and A. H. A. Al-Waeli, “Thermal performance of jet-impingement solar air heater with transverse ribs absorber plate,” *Sol. Energy*, vol. 214, pp. 355–366, 2021, doi: 10.1016/j.solener.2020.11.059.

- [12] P. Rani and P. P. Tripathy, “Experimental investigation on heat transfer performance of solar collector with baffles and semicircular loops fins under varied air mass flow rates,” *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 178, 2022, doi: 10.1016/j.ijthermalsci.2022.107597.
- [13] S. Abo-Elfadl, H. Hassan, and M. F. El-Dosoky, “Study of the performance of double pass solar air heater of a new designed absorber: An experimental work,” *Sol. Energy*, vol. 198, pp. 479–489, 2020, doi: 10.1016/j.solener.2020.01.091.
- [14] A. Srivastava, G. K. Chhapparwal, and R. K. Sharma, “Numerical and experimental investigation of different rib roughness in a solar air heater,” *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 19, 2020, doi: 10.1016/j.tsep.2020.100576.
- [15] A. Saxena, Varun, and A. A. El-Sebaai, “A thermodynamic review of solar air heaters,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 43, pp. 863–890, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2014.11.059.
- [16] A. E. Kabeel and K. Mečárik, “Shape optimization for absorber plates of solar air collectors,” *Renew. Energy*, vol. 13, no. 1, pp. 121–131, 1998, doi: 10.1016/S0960-1481(97)00034-7.
- [17] T. Holzmann, “Mathematics, Numerics, Derivations and OPENFOAM,” 2019. [Online]. Available: https://holzmann-cfd.com/publications/301_mathematicsNumericsDerivationsAndOpenFOAMFree/MathematicsNumericsDerivationsAndOpenFOAM_v7_free.pdf.

**ŞEBEKE BAĞLANTILI PV GÜÇ SİSTEMLERİNDE OLUŞAN HARMONİKLERİN
MAKİNE ÖĞRENİMİ İLE TAHMİNLENMESİ**

**ESTIMATION OF HARMONICS IN ON-GRID PV POWER SYSTEMS WITH MACHINE
LEARNING**

Süleyman Emre DAĞTEKE

*Lecturer, Fırat University, Baskil Vocational School, Department of Electricity and Energy, Elazığ,
Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7322-0010>

Sencer ÜNAL

Phd.Fırat University, Faculty of Engineering, Electrical Electronics Engineering, Elazığ, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5990-933X>

Musab COŞKUN

*Phd.Bingöl University, Faculty of Engineering and Architecture, Electrical Electronics Engineering,
Bingöl, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8323-2330>

ÖZET

2040 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde sıfır karbon emisyonuna ulaşılması hedeflenmektedir. Ayrıca elektrik enerjisi üretiminin global enerji tüketiminin yaklaşık yarısını karşılaması beklenmektedir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik şebekesine entegrasyonu her geçen gün daha önemli hale gelmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan PV güç sistemlerinin şebekeye sorunsuz entegrasyonu önemli çevresel ve ekonomik yararlar sağlayacaktır. Ayrıca her geçen gün azalan PV modül maliyetleri ve her geçen gün artan PV modül verimleri ile PV güç sistemleri cazip ve gelecek vadeden bir teknoloji haline gelmektedir.

PV güç sistemleri şebeke bağlantılarını sağlayan inverterler nedeni ile şebeke üzerinde harmonik kirliliğe sebep olmaktadır. Elektrik güç sistemlerinde meydana gelen harmonik, araharmonik, gerilim düşümü, titreşim gibi şebeke olaylarının önceden tahmin edilebilmesi ve belirlenmesi şebeke güvenliğini sağlanmasında bize önemli yararlar sağlayacaktır. Bu noktada öğrenme ve tahmin yeteneğine sahip yapay zeka teknolojilerinin kullanımı oldukça önemlidir. Basit uygulanabilirliği, öğrenilebilirliği, genelleştirilmiş yapısı ve yaygın kullanımı bir çok mühendislik alanında olduğu gibi güç sistemlerinin analizinde de yapay zeka temelli teknolojileri kullanmaya yönelimi arttırmıştır. Işınım ve sıcaklıkta meydana gelen değişimlerin tekrarlayan bir yapıda olmaması, PV güç sistemi çıkış inverterinin oluşturacağı bozulmuş dalga şeklinin doğru tahminlenebilmesini önemli hale getirmiştir. Çalışmamızda gerçek ışınım ve sıcaklık verileri ve harmonik kaynağı yükler kullanarak modellediğimiz PV güç sisteminin ortak kuplaj noktasından (PCC) gerilim ve akım verileri kaydedilmiştir. PV güç sistemi çıkış inverterinin şebeke üzerinde oluşturduğu bozulmuş ve harmonikli güç sinyallerinin tahminleme işlemi sıralı veri yapılarında etkin olan derin Long Short-Term Memory (LSTM) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Tahminleme işleminde kullandığımız güç sinyali veri seti, LSTM metodunun eğitim ve test işlemleri aşamalarında kullanılmıştır.

Yaptığımız çalışmada eğitim ve test işlemlerinde ortalama tahmin hataları sırası ile %12.30 ve %13.43 olarak elde edilmiştir. Gerçek ve sentetik veriler kullanarak gerçekleştirdiğimiz çalışmada güç sinyali tahminlemesi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PV Güç Sistemleri, PV Güç Sinyallerinin Tahmini, Makine Öğrenimi, LSTM, Harmonik Tahmini.

ABSTRACT

Until 2040, the goal is to achieve zero carbon emissions in electricity generation. Electric power generation is also expected to meet about half of global energy consumption. At this point, the integration of renewable energy sources into the electricity grid is becoming more and more important. The seamless integration of PV power systems, one of the most important renewable energy sources used in electricity generation, into the grid will provide significant environmental and economic benefits. In addition, with PV module costs decreasing day by day and PV module efficiencies increasing day by day, PV power systems are becoming an attractive and promising technology.

PV power systems cause harmonic pollution on the grid due to the inverters that provide grid connections. Predicting and identifying grid events such as harmonics, interharmonics, voltage drops and flicker occurring in electrical power systems will provide us with significant benefits in ensuring grid stability. At this point, the use of artificial intelligence technologies capable of learning and prediction is very important. Its simple applicability, learnability, generalized structure, and widespread use have increased the tendency to use artificial intelligence-based technologies in the analysis of electric power systems as in many engineering fields. The fact that the variations in irradiance and temperature are not repetitive makes it important to accurately predict the distorted waveform generated by the PV power system output inverter. In our study, voltage and current data were measured at the point of common coupling (PCC) of the PV power system modeled using real irradiance and temperature data and harmonic source loads. The estimation of the distorted and harmonic power signals generated by the PV power system output inverter on the grid is carried out with the Deep Long Short-Term Memory (LSTM) method, which is effective in sequential data structures. The power signal dataset used in the estimation process was used in the training and testing phases of the LSTM method.

In our study, the average prediction errors for training and testing were obtained as 12.30% and 13.43%, respectively. In our study using real and synthetic data, power signal estimation was successfully performed.

Keywords: PV Power Systems, Prediction of PV Power Signals, Machine Learning, LSTM, Harmonic Estimation.

**GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ ŞEBEKE ENTEGRASYONUNDA OLUŞAN
HARMONİKLERİN TESPİTİ VE GİDERİLMESİ**

**DETECTION AND ELIMINATION OF HARMONICS IN SOLAR POWER PLANT GRID
INTEGRATION**

Süleyman Emre DAĞTEKE

*Lecturer, Fırat University, Baskil Vocational School, Department of Electricity and Energy, Elazığ,
Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7322-0010>

Sencer ÜNAL

Phd.Fırat University, Faculty of Engineering, Electrical Electronics Engineering, Elazığ, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5990-933X>

ÖZET

Artan nüfus ve elektrikli araçlar gibi gelişen yeni teknolojiler elektrik enerjisine olan talebi her geçen gün arttırmaktadır. Artan talep karşısında enerji ve altyapı gereksiniminin ucuz, yenilenebilir, çevreci ve sürdürülebilir kaynaklar ile sağlanması oldukça önemlidir. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimine olan yönelimi önemli derecede arttırmaktadır. PV güç sistemleri kurulum kolaylığı, düşük kurulum maliyeti, düşük bakım gereksinimi, düşük üretim maliyeti gibi avantajlarından dolayı elektrik şebekesi için önemli bir yenilenebilir enerji üretim kaynağı olmaktadır.

PV güç sistemlerinin şebeke ile bağlantısı inverterler üzerinden gerçekleşmektedir. Anahtarlamalı bir güç elektroniği devresi olan inverterler yapılarından dolayı şebekede özellikler gün doğumu ve gün batımı saatlerinde olmak üzere önemli derece harmonik kirliliğe sebep olmaktadır. İnverter çıkışında görülen 5., 7., 11., ve 13. harmonikler şebekedeki toplam harmonik distorsiyon (THD) değerini arttırmaktadır. Bu harmoniklerin tamamıyla elimine edilmesi veya IEEE standartlarına uygun hale getirilmesi için çeşitli filtreleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada önerdiğimiz hibrit aktif güç filtresi uygulaması ile bir PV güç sisteminin şebeke üzerinde oluşturduğu harmonik kirliliğin giderilmesi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan aktif güç filtresi ile pasif güç filtresinin harmonik elemine etme başarımı geliştirilmiş ve IEEE standartlarına uygun THD değerlerinde şebekenin PV güç sistemi ile entegrasyonu gösterilmiştir.

Çalışmamızda filtrenin yer almadığı sonuçlar elde edilmiş ve akım harmoniklerinin her bir faz için sırası ile %60.04, %60.7. ve %58.63 seviyelerinde olduğu görülmüştür. Hibrit aktif güç filtresinin sisteme eklenmesi ile akımda meydana gelen bu yüksek THD değerlerinin her bir faz için sırasıyla %0.92, %0.97 ve %0.94 değerlerine düştüğü görülmüştür. Artan enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan PV güç sistemlerinin kullanımlarının yaygınlaşmasının şebeke üzerinde oluşturacağı bozucu harmonik etkilerinin giderilmesi, artan nüfus ve yeni teknolojilerin oluşturacağı elektrik enerji talebinin karşılanmasında sorunsuz bir geçiş sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: PV Güç Sistemleri, Şebekede THD, Aktif Güç Filtreleri.

ABSTRACT

The increasing population and new technologies such as electric vehicles increase the demand for electrical energy day by day. In the face of increasing demand, it is crucial to meet energy and infrastructure requirements with cheap, renewable, environmentally friendly, and sustainable resources. This significantly increases the tendency towards electricity generation from renewable energy sources. PV power systems are an important renewable energy generation source for the electricity grid due to their advantages such as ease of installation, low installation cost, low maintenance requirement, and low generation cost.

PV power systems are connected to the grid through inverters. Inverters, which are switched power electronic circuits, cause significant harmonic pollution in the grid due to their structure, especially during sunrise and sunset hours. The 5th, 7th, 11th, and 13th harmonics at the inverter output increase the total harmonic distortion (THD) value in the grid. Various filtering methods are used to eliminate these harmonics or to bring them in compliance with IEEE standards. In this study, we propose a hybrid active power filter to eliminate the harmonic pollution caused by a PV power system on the grid. The harmonic elimination performance of the active power filter and passive power filter is improved and the integration of the grid with the PV power system is carried out at THD values by IEEE standards.

In our study, the results without the filter were obtained and the current harmonics were observed to be 60.04%, 60.7%, and 58.63% for each phase, respectively. With the addition of the hybrid active power filter to the system, these high THD values decreased to 0.92%, 0.97%, and 0.94% for each phase, respectively. Eliminating the harmonic effects of the widespread use of PV power systems, which is one of the renewable energy sources in meeting the increasing energy demand, will provide a smooth transition in meeting the electricity energy demand that will be created by the increasing population and new technologies.

Keywords: PV Power Systems, THD in the grid, Active Power Filters.

**ADAPTATIONS OF FREUD'S PSYCHOANALYSIS: TOWARDS OTHER DOMAINS AND
TOWARDS POPULAR SCIENCE**

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT

*Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania.*

<https://orcid.org/0000-0002-2556-6233>

ABSTRACT

The purpose of the paper is to show how Sigmund Freud's psychoanalytic theories have not only set the basis for our understanding of the human mind until today, but how they have gone through further development and even through simplification. Further development of Freud's theories include research done with current techniques. Mark Solms explores Freud's findings by compining psychoanalysis with the neurosciences. Solms explores the interpretation of dreams by using the neurosciences, resulting in the neuropsychology of dreams. He also explores Freud's findings of the unconscious mind by using the methods provided by the neurosciences. Solms proves Freud's findings using the neurosciences. In the meantime, mindfulness techniques which are being promoted at the level of corporate cultures and of self-help or personal development books speak of self-sabotage and ways in which to counteract this tendency. Mindfulness offers a simplified version of self-sabotage, dealing with it for the general public. We notice here the influence of popular psychology, which is present in articles online and in printed women's and health oriented magazines, as well as in various newspapers' sections. Other self-help and personal development books also deal with simplified versions, or popular psychology ones, based on Freudian theories, including reinterpretations of how to do self-analysis using dream analysis and slips of the tongue. We can also be encouraged, in the case of self-sabotage, to notice our present tendencies and to think back how our parents educated us. If they criticized us for low grades in school, then we may explain our present-day perfectionist tendencies. Yet, this may not provide an explanation for all cases. In workshops dedicated to mindfulness, we are encouraged to try to become aware of our present-day tendencies and to find solutions for them, if we are willing to change and to work with ourselves.

Keywords: Popular Psychology, Self-Sabotage, Neurosciences, Dream Analysis, Unconscious

INTRODUCTION

Psychoanalysis can be considered a significant landmark in the history of any domain having to do with mental health and psychological well-being. Nowadays, if we focus on our need for psychological well-being, we have various tools offered by various approaches. A variety of types of psychotherapy have been derived from Sigmund Freud's psychoanalysis.

Starting from his theory having as a main issue the unconscious (Ffytche, 2011), which functions like a key term as everything starts from unconscious material, which sets the foundation of our personality and behaviour, we have therapies which have focused on certain aspects in our lives that can be considered central. Sexuality has been considered to preoccupy Freudian psychoanalysis (Green, 1995), while for Carl Gustav Jung the need for self-development lies at the core of his approach, through the presence of archetypes (Shelburne, 1988). The Jungian patient goes through a journey of finding him or herself, of growing up spiritually. Adler considered the need for status to be central to our lives (Stepansky, 2013). Karen Horney considered the relationships with the others to be the most significant aspect (O'Connell, 1980). Wilhelm Reich applied Freud's theory to the body, believing that various psychological unconscious issues translate as tense areas in our muscles in the body (Reich, 1967).

Some approaches require the presence of a professional therapist, others are meant for self-help through self-analysis. Psychoanalysis itself was meant both for professionals, as well as for the laymen. It all depended on the severity of the issue. He considered that we are all a bit neurotic, but it was all a matter of degree. One proof was the unconscious, whose work was visible in our dreams, daydreams, slips of the tongue, or words mispronounced or replaced with others, which was not considered random, but a reflection of what we actually felt and thought yet could not come to terms with for various reasons.

Becoming aware of our real wishes and fears can help us, Freud seems to suggest, achieve a state of psychological well-being. The past matters for who we are today and it needs exploration, and what varies is the extent of this depth. Psychoanalysis is first of all a method of treatment for neuroses, yet it can also be used for purposes of better understanding ourselves. Function of the issues we are facing, some of them can be lighter to fix by simply understanding them and becoming aware of them, while others should be addressed by professionals if they are quite complicated. We need to become aware of who we are and what we want, independently of the image society tries to create for us. It can be limiting for us or even harmful to have to be someone we are not of to fit in society's expectations and pressures. What we are not will resurface and can be visible in unconscious manifestations such as dreams and slip of the tongue. Psychoanalysis can help us come to terms with who we are and see how we can adapt to the society we live in. Generally, society seeks to make us all alike, and it expects us to conform. Still, during the present times, with the emergence of individualism, we are encouraged to be different, as far as our lifestyles, preferences, ways of thinking and values are concerned. We still need, however, first of all to become aware of who we are and what we want ourselves. Nobody can tell us. We can be helped, in the process, by a psychotherapist, we can try to analyse ourselves, or a combination of both.

Our relationship as individuals, in society, is one of the oldest concerns and one of the realities that are always present and that we are always confronted with. Psychoanalysis can help us deal with these realities, so it makes sense to consider psychoanalysis a constant need and help in our lives. It is, therefore, not surprising that psychoanalysis has been, after Freud, adapted in an attempt to better suit our needs as individuals dealing with various aspects of society.

MATERIALS AND METHODS

The validity of psychoanalysis has been considered throughout time. We tend to need proofs. Which proof can be more convincing than what we can see, concretely? We cannot view the unconscious as it is an abstract entity. Yet, the field of medicine dealing with the physical body has found a way to connect to the sciences of the psyche. This connection between mind and body is ensured by the field of the neurosciences. Mark Solms has examined Freud's theories from the perspective of the neurosciences (Kaplan-Solms & Solms, 2018; Solms & Lechevalier, 2002).

Psychoanalysis has been popularized for the general public these days, through workshops for discussing various works by Freud and their practical application. Societies for the promotion of psychoanalysis can be found in those countries where psychoanalysis is not part of popular culture, the way it has become the case in the United States. Some countries, e.g. the former Communist ones, such as Romania, where the author of the present paper lives, have remained behind with getting their basic knowledge of psychoanalysis at popular psychology level, for everyone interested, from the general public. Psychoanalysis is not just meant for those involved in professions related to mental health.

Concern for our psychological well-being through various methods is being popularized by means of popular science articles in printed and online formats. Such articles can be regarded as means of raising awareness to common concerns of supranational organizations' health policies, such as the European Union's, e.g. stress and depression. Efficiency at the workplace and satisfaction with someone's personal life go hand in hand. One issue with one can influence, negatively, the other. We need to feel all our need satisfied in our lives in order to function perfectly. Harmonious relations with the others are at the core of our psychological well-being, since we are social beings. We also need, leaving harmonious relationships aside, for our work to be recognized and to feel satisfied with the

work we do at our jobs. We need to be appreciated and we also need to enjoy what we are doing, as well as to feel that our lives and efforts are worthwhile.

Books such as *Cum sa te psihanalizezi singur* by A. Roberti (published, in Romania, by Editura Trei in 2007, in original, in French, *Comment se psychanalyser soi même*) which can be translated as *How to Psychoanalyse Yourself*, present, to the understanding of people living today, the psychoanalytic techniques by Freud, such as analysis of free associations, dreams, slips of the tongue, parapraxes. We may be tempted to believe that reading the original works by Freud is enough. Still, Freud was publishing his research as he was in the process of working on his theories. He would return to some of them in later works and elaborate on them, as he was developing further some concepts and ideas. As a result, a guide or an outline, or dictionary of concepts and theories is always useful to have around. Freud also did try to popularize his works for practical use of the laymen. He had also published a book on the *Interpretation of Dreams* and one on the *Psychopathology of Everyday Life* for the general public.

We are nowadays frequently told about repairing our relationships with the others, friends, family, couple relationships, and we are told that we need to, first of all, work with ourselves and manage our own issues and possible traumas from our childhood. The way we have seen our parents behave is believed to have left a mark on our psychology and can influence the way we behave in our romantic relationships. This is a plausible explanation, and a simplified version of Sigmund Freud's theory of infantile sexuality (Marion, 2016). The relationships with our parents can go back to the early childhood years, before we have many memories, or they can continue later on, when we are aware of what is going on in our parents' household

We start exploring our lives when we are faced with difficulties during the present moment. We can be tempted at first to believe we are unlucky or just have some bad days, but when we realize these issues are frequent we start wondering what is going on. We can resort to psychotherapy and to analysing ourselves. We can be facing some inhibitions, to the point where we go through self-sabotage, in the sense that we just place, unconsciously, obstacles in our way to achieve happiness in relationships and success in our careers. We can make apparently random and excusable mistakes, such as being late for a meeting or not arriving on time on a date, yet all these can be caused by putting obstacles we could otherwise avoid in our way due to past psychological traumas in similar situations which we may not recall right away. These could be related to the way we have erroneously perceived a past situation where we had success, or where we were not rewarded, or something bad happened which we may have related as a wrong cause to our achievements. Such concerns are part of the theory of mindfulness, which is clearly a simplified version of psychoanalysis and Freud's theories of the unconscious and of the psychosexual stages of development. Self-sabotage can have very bad consequences on our lives, to the point where it can cause stress, depression, anxiety, anger, inadequacy, disappointment, loss of confidence in ourselves, and other negative emotions.

Mindfulness, derived from Zen Buddhism, includes the focus on the here and now, on the present moment, as well as that of being aware of our needs at present (Analayo, 2019). We should definitely focus on the present since otherwise, by focusing too much on the past, we can have regrets, not overcome loss of dear persons or of certain periods in our lives for which we feel nostalgia, or, if we focus too much on the future, we can become anxious, once we start making catastrophic scenarios in our imagination.

Mindfulness workshops are a usual practice in all working environments, in corporations, as well as in various other institutions, even in schools and universities. Mindfulness meditation techniques using focus on breathing exercises are believed to be helpful for both teachers and students, in order to improve their efficiency in their work and in their relationships teacher-students, and teacher-parents of the students. Mindfulness can help improve attention to the other person's emotions, calm, as well as achieving a degree of detachment and, therefore, efficiency in solving various issues by taking a step back and looking at the problems in a detached way.

However, breathing exercises are not necessary. Yet, a capacity for analysis can be improved by feeling less stressed in various situations. Empathy can increase in relationships of teachers with

students and parents of their students, during various discussions. We can be more willing to be good listeners once we focus on the present discussion and do not let our thoughts to wander away to other issues we are dealing with in our everyday lives.

We can see how present-day theories move on to more concrete aspects and less abstract, as we start from the practical side at all times and very clearly from problems we are currently facing. Past causes are acknowledged, yet we can go back as far as we need, and do not even have to go too far either. It may not be necessary to go through an in-depth analysis back to the stages of psychosexual development, during the oral, anal, phallic, and latency staged from Freud's psychoanalytic theory. Still, Freud claims that fixations can later on impact the way our personalities look like. We can become tidy and orderly, as a result of anal fixations, for example. This is an example of neurotic behaviour and its necessity for treatment depends on the way it impacts and impairs our everyday life functioning. Not everything needs to be fixed, as not every feature of our personality needs to be pathologized.

The problem with fixations is that of the consequences of psychological traumas. Transactional analysis relies on the term life scripts (Steiner, 1990). This term sums up the consequences of traumatic experiences or fixations in early stages of life: it is a set course, or a pattern our lives will follow, which we cannot escape. According to Berne (1972), qtd in Franklin (1979), it is "A possible life plan based on parental precepts." We could view the life script as an illustrative, and simplified, explanatory though, version of Freud's traumatic experiences and fixation in the stages of psychosexual development. The life script refers to the course our lives can take once we are dealing with certain issues which can be problematic and which should be fixed.

RESULTS

We could claim that we come with a certain perspective, or understanding of life after going through our early years of childhood. This idea has been reinterpreted, from Freud's stages of psychosexual development, into other theories, e.g. self-sabotage from mindfulness and life script from transactional analysis. The life script suggests a fixed image on the course of our life which we should eventually realize that we can be in control of and that we can also change its course as we want to. We do not look on it as a fatal scenario, similar to the ancient tragedies where fate or destiny could not be avoided. Once we understand how and why we get into similar situations or scenarios, we can realize that all this can be changed.

Freud's psychoanalytic theories can, nowadays, be found in other theories and we can see how they have, in fact, been adapted, explained or made much more clear for us. Mindfulness, transactional analysis, self-help books, various guides, all continue the development and focus on other areas by other representative personalities of psychoanalysis, such as Jung, Adler, Reich, Horney, and others.

Transactional analysis seems to acknowledge the importance of fixations and traumatic events in early childhood development stages, to the point where what we have experienced early in life has made us see the world in a certain way which should, if necessary, be changed, once it hinders our well-being and process of development.

DISCUSSION AND CONCLUSION

We can see, through further theories regarding psychological health, how Freud's theories have been reinterpreted, simplified, explained in a more concrete and less abstract way and, in short, adapted for popularization in our current days. Everything we have around us today seems to echo Freud's theories, so we can easily claim that he has laid up the foundation for our understanding of the human mind.

Looking at further developed theories we can see how central certain concepts in Freudian theories are. As an example, the idea that childhood trauma through various early stage development fixations can hinder our future development and success can be seen through the idea of self-sabotage in mindfulness, as well as the concept of life script in transactional analysis, in the sense that we are

blocked in a certain scenario that we feel we cannot change and that is being destructive for us (Tosi, 2010).

If we get in such a cycle of feeling that we cannot escape and we feel that we are trapped by destiny, then we need to go through therapy in order to feel independent and in charge of our own lives.

It may feel that we have lost all control over our lives, yet it does not have to be this way. Everything can be improved, and psychotherapy can be a solution.

REFERENCES

- Anālayo, B. (2019). Adding historical depth to definitions of mindfulness. *Current opinion in psychology*, 28, 11-14.
- Ffytche, M. (2011). *The foundation of the unconscious: Schelling, Freud and the birth of the modern psyche*. Cambridge University Press.
- Franklin, R. M. (1979). *Ego states: construct validation within Eric Berne's theory of transactional analysis*. Temple University.
- Green, A. (1995). Has sexuality anything to do with psychoanalysis?. *International Journal of Psychoanalysis*, 76, 871-884.
- Kaplan-Solms, K., & Solms, M. (2018). *Clinical studies in neuro-psychoanalysis: Introduction to a depth neuropsychology*. Routledge.
- Marion, P. (2016). Infantile sexuality and Freud's legacy. *The International Journal of Psychoanalysis*, 97(3), 641-664.
- O'Connell, A. N. (1980). Karen Horney: Theorist in psychoanalysis and feminine psychology. *Psychology of Women Quarterly*, 5(1), 81-93.
- Reich, W. (1967). *Reich speaks of Freud: Wilhelm Reich discusses his work and his relationship with Sigmund Freud* (Vol. 340). Macmillan.
- Shelburne, W. A. (1988). *Mythos and logos in the thought of Carl Jung: The theory of the collective unconscious in scientific perspective*. Suny Press.
- Solms, M., & Lechevalier, B. (2002). Neurosciences and psychoanalysis. *The International Journal of Psychoanalysis*, 83(1), 233-237.
- Steiner, C. (1990). *Scripts people live: Transactional analysis of life scripts*. Grove Press.
- Stepansky, P. E. (2013). *In Freud's shadow: Adler in context*. Routledge.
- Tosi, M. T. (2010). The lived and narrated script: An ongoing narrative construction. *Life scripts: A transactional analysis of unconscious relational patterns*, 29-54.

**SÜNIİNTELLEKTİN TƏTBİQİLƏ KİBER TƏHLÜKƏLƏRLƏ MÜBARİZƏ
MEXANİZMLƏRİ**

**MECHANISMS OF COMBATING CYBERTHREATS USING ARTIFICIAL
INTELLIGENCE**

Aidə Mübariz qızı Mustafayeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının müdiri

ORCID: 0000-0003-0801-5605

Elmira Nəriman qızı İsrəfilova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının dosenti

ORCID: 0000-0002-9476-5279

Almaz Əli qızı Əliyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mühəndislik fakültəsinin dekanı

Orcid ID:0000-0002-2986-1387

Elnur Oqtay oğlu Xəlilov

Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları

mərkəzinin müdiri

ORCID: 0000-0003-1042-0749

XÜLASƏ

Rəqəmsal texnologiyalardan istifadənin artması və rəqəmsal iqtisadiyyata keçid zamanı kibertəhlükələr təşkilatlar və fərdlər üçün getdikcə daha ciddi təhlükəyə çevrilir. Hücumların mürəkkəbliyi və onların miqyası informasiyanın qorunmasına yeni yanaşmalar tələb edir. Ən perspektivli yanaşmalardan biri kibertəhlükəsizlikdə süni intellektin istifadəsidir. Bu kontekstdə süni intellekt kibertəhlükəsizlik paradigmasını dəyişdirə biləcək güclü bir vasitə kimi ortaya çıxır. Kibertəhlükəsizlik sahəsində süni intellektin tətbiqi kibertəhlükələrin effektiv aşkarlanması, təhlili və qarşısının alınması üçün yeni imkanlar təqdim edir. Maşın öyrənməsi və məlumatların təhlili üsulları istifadəçiyə yeni təhdidlərə uyğunlaşa bilən və potensial hücumları proqnozlaşdırmağa bilən sistemlər yaratmağa imkan verir. Təqdim olunan məqalədə kibertəhlükəsizlikdə süni intellektdən istifadənin aktuallığını, onun tətbiqi mexanizmlərini, ən yaxşı mühafizə üsullarını və bu sahənin gələcək inkişafı potensialını nəzərdən keçirilir. Süni intellekt kibertəhlükəsizlikdə təhdidlərin aşkarlanmasını avtomatlaşdırmaq, anomal davranışı təhlil etmək və insidentlərə reaksiyanı təkmilləşdirmək üçün istifadə olunur.

Maşın öyrənmə alqoritmləri süni intellekt sistemlərinə arxivləşdirilmiş (baza şəklində toplanmış) hücum məlumatlarından öyrənməyə imkan verir ki, bu da onları yeni təhdidlərin aşkarlanmasında və dəyişən şərtlərə uyğunlaşmasında daha effektiv edir. Neyron şəbəkələri kimi dərin öyrənmə texnologiyaları böyük həcmdə məlumatı təhlil edə və gizli nümunələri müəyyən edə bilər ki, bu da onları baş verə biləcək kibertəhlükələrlə mübarizədə dəyərli alətə çevirir. Süni intellektdən istifadə edərək kibertəhlükələrdən müdafiənin ən yaxşı üsullarından biri şəbəkə trafikində anomalionaları axtarmaq üçün maşın öyrənmə alqoritmlərindən istifadə edən insidentlərin aşkarlanması (IDS) və qarşısının alınması sistemlərinin (IPS) yaradılmasıdır. Potensial təhdidləri və müdaxilələri müəyyən etmək üçün böyük həcmdə məlumatları emal etməyə və təhlil etməyə imkan verən Big Data Analytics sistemləri də effektiv hesab olunur. Süni intellektin kibertəhlükəsizliyə tətbiqi kibertəhlükələrə effektiv şəkildə qarşı çıxmaq üçün yeni imkanlar açır. Bununla belə, yadda saxlamaq lazımdır ki, Süni

intellekt effektiv deyil və daimi inkişaf və yenilənmə tələb edir. Bundan əlavə, fərdlər və təşkilatlar üçün mənfi nəticələrin qarşısını almaq üçün kibertəhlükəsizlikdə süni intellektdən etik cəhətdən istifadə olunmasını təmin etmək vacibdir. Ümumiyyətlə, süni intellektin kibertəhlükəsizlik sahəsinə inteqrasiyası rəqəmsal dövrdə informasiyanın mühafizəsinin səmərəliliyini artıracaq perspektivli istiqamətdir.

Açar sözlər: *kiber təhlükəsizlik, süni intellekt, kiber təhlükələr, maşın öyrənməsi, dərin öyrənmə, məlumatların təhlili*

ABSTRACT

With the increase in the use of digital technologies and the transition to the digital economy, cyberthreats are becoming an increasingly serious threat to organizations and individuals. The complexity of attacks and their scale require new approaches to protecting information. One of the most promising approaches is the use of artificial intelligence in cyber security. In this context, artificial intelligence becomes a powerful tool capable of changing the paradigm of cyber security. The application of artificial intelligence in the field of cybersecurity opens up new opportunities for effective detection, analysis and prevention of cyberthreats. Methods of machine learning and data analysis allow the user to create systems that can adapt to new threats and predict potential attacks. In the presented article, the relevance of the use of artificial intelligence in cyber security, the mechanisms of its application, the best methods of protection and the potential for further development of this area are considered. Artificial intelligence is used in the field of cyber security to automate threat detection, analyze abnormal behavior, and improve incident response. Machine learning algorithms allow artificial intelligence systems to learn from historical attack data, making them more effective at detecting new threats and adapting to changing conditions. Deep learning technologies such as neural networks can analyze large amounts of data and identify hidden patterns, making them a valuable tool in the fight against potential cyber threats. One of the best ways to protect against cyber threats using artificial intelligence is to create incident detection systems (IDS) and prevention systems (IPS) that use machine learning algorithms to find anomalies in network traffic. Big Data Analytics systems are also considered effective, allowing them to process and analyze large volumes of data to identify potential threats and intrusions. The use of artificial intelligence for cybersecurity opens up new opportunities to effectively counter cyber threats. However, it is important to remember that AI is inefficient and requires constant development and updating. Additionally, it is important to ensure that AI is used ethically in cybersecurity to avoid negative consequences for individuals and organizations. In general, the integration of artificial intelligence into the field of cybersecurity is a promising direction that will improve the efficiency of information protection in the digital era.

Keywords: *cyber security, artificial intelligence, cyber threats, machine learning, deep learning, data analysis*

MAQNIT REZONANS ANGIOQRAFIYA

Ruslan Əliyev

Əziz Əliyev adına Azərbaycan Həkimləri Təkmilləşdirmə İnstitutu

Maqnit Rezonans Angioqrafiya (MRA) son zamanlardakı texniki inkişaf ilə birlikdə aorta və periferik vaskulyar quruluşların görüntülənməsində üstünlük verilən ,invaziv olmayan görüntüləmə metodu kimi seçilir. Damar daxili müalicə həyata keçirməzdən əvvəl qalça və bud arteriyaların dəyərləndirilməsində istifadə olunur. Tıxanılıqlığın distalındakı rekonstruktiv damarlar da dəyərləndirilə bildiyi üçün bu xəstələrdə by-pass əməliyyatının planlaşdırılmasına kömək edir. Xüsusilə diabet xəstələrində renal funksiyaların qorunması da olduqca vacib olduğundan yodlu kontrast maddələr ilə şərti angioqrafiya yerinə Maqnit Rezonans Angioqrafiyaya üstünlük verilə bilər. Periferik arterial sistemin görüntülənməsində müxtəlif Maqnit Rezonans Angioqrafiya üsulları istifadə edilir. Bu üsullar, time-of-flight (TOF) Maqnit Rezonans Angioqrafiya, faza kontrast görüntülənmə, black-blood görüntülənmə və kontrastlı Maqnit Rezonans Angioqrafiya TOF- MR angioqrafiya, görüntülənmə sahəsindəki bütün quruluşların sature edilməsi və görüntü sahəsinə yeni girən özündə hərəkətli protonlar saxlayan vaskulyar quruluşlardan saturasiya olmadıqları üçün siqnal alınmaması prinsipinə əsaslanır. Kontrast maddə tələb etmir. Ancaq aşağı ətrafların bu şəkildə görüntülənməsi çox uzun vaxt tələb edir.

Aorto-iliak nahiyədə tez-tez axın artefaktları ortaya çıxır. Ayrıca kompleks axınların olduğu nahiyədə voksellər arası faza itirilməsinə bağlı siqnal ötürülməsi kəsilə bilər.

Faza kontrast görüntülənmədə, axın ölçümləri aparmaq mümkün olduğundan ,xüsusilə qan axınının fiziologiyasını dəyərləndirmədə bu üsul önə çıxmaqdadır. Bu üsulda axan qandakı hərəkətli protonların faz şifli ,ətrafdakı hərəkətsiz toxumalarla qarşılaşdırılır. İki fazlı görüntü əldə olunaraq bir-birindən hasil olunur. Bu üsulda da axının yavaş olduğu damarlardakı aşağı siqnal, turbulenta bağlı siqnalın itməsi və pulsatil damarlarda kardiak oyanma lazım olduğuna görə, aşağı ətraf görüntülənməsində rutin olaraq istifadə olunmur.

Qan axınının siqnal ötürmədən görüntüləndiyi black-blood görüntülənmədə, İR (inversion recovery) üsulu istifadə olunur. Sürətli spin-eko ardıcılıqla qan axınından gələn siqnal tamamilə supressiya olduğundan divar patologiyaları daha yaxşı qiymətləndirilir. Bu metodla əsas olaraq diseksiya, intimal flep, aterosklerotik pləklər və divar qalınlaşmaları qiymətləndirilir.

Kontrastlı Maqnit Rezonans Angioqrafiya isə daha yüksək yayılma və lokalizasiya dərəcəsini müəyyənləşdirməyə imkan verən ,müddəti daha qısa və artefaktları digər Maqnit Rezonans Angioqrafiya üsulları ilə müqayisə olunduğunda daha az olduğu üçün aşağı ətraf arteriyalarının görüntülənməsində son zamanlarda tərcih edilən görüntülənmə metodudur. Bu üsuldakı ən vacib xüsusiyyət axına bağlı olmamasıdır. Əsas olaraq qadolinium tərkibli kontrast maddənin damar içərisindəyəkən əmələ gətirdiyi T1 müddətinin qısalmasından faydalanmaqdır. T1 üstünlüklü görüntülərdə intensivliyi ən yüksək ən yüksək quruluş yağ toxuması olduğundan metodun məqsədi, damar quruluşlarındakı T1 zamanını yağ toxumasının altına endirərək görüntüdə ancaq damar quruluşlarının görüntülənməsini təmin etməkdir. Kontrast maddənin damar içində maksimuma çatdığı müddət ən yaxşı görüntünün əldə olunması üçün vacibdir. Kontrast maddə intravenoz yolla verildiyindən, xəstənin yaşı, dövretmə müddəti kimi fərqli faktorlarla kontrast maddənin aşağı ətraf arteriyalarına gəlmə müddəti dəyişkəndir. Bu səbəblə müddətin tənzimlənməsi üçün müxtəlif zamanlama üsulları istifadə olunmaqdadır. Kontrastlı Maqnit Rezonans Angioqrafiya, 3 ölçülü T1 ağırlıqlı qradiyent eko (FLASH 3B T1) sekansı istifadə olunaraq tək nəfəs müddətində əldə olunmaqdadır. Vaskulyar quruluşların yağ toxumasından daha parlaq görüntülənə bilməsi üçün təkrarlanma müddəti (TR) ən az (adətən <10 millisaniyə), fırlanma bucağı yüksək (FA) yüksək (25-40 dərəcə) olmalıdır. Görüntülənmə müddətini qısaltmaq məqsədiylə koronal kəsində görüntüləmə tərcih olunmalıdır.

Digital Substraksiya Angioqrafiya (DSA)- Ciddi periferik vaskulyar arterial xəstəliyi olanlarda ,arterioqrafiya hələ də ən çox istifadə olunan standart metoddur. Preoperativ dövrdə, arterial anatomiyanı ortaya qoyan ən yaxşı metod olub ,istirahət ağrısı və toxuma atrofiyası olan periferik arteriya xəstələrinə referans standart olaraq qəbul edilməkdədir.Periferik arterial xəstəliklərdə ,aortadan ayağa qədər olan bütün arterial seqmentləri düzgünlüklə göstərə bilər (1). DSA-ya göstərişlər; diaqnostika,preoperativ dəyərləndirmə və müalicədir.Daxil olmaq üçün ən çox istifadə olunan yol,geniş kalibrli olması,asan daxil olma imkanı və aşağı ağırlaşma riskinə görə sağ femoral arteriyadır.

Femoral nəbzlərin palpasiya edilmədiyi vəziyyətlərdə aksilyar arteriyadan daxil olmaq olar.Periferik nəbzlərin heç biri alınmırsa translomber yol istifadə oluna bilər.Standart femoral yanaşma Seldinger üsuludur (2). Digital şərti angioqrafiya standart referans üsul olmaqla bərabər,bu üsul bahalı,invaziv ,xəstə üçün narahatlıq törədən və ağırlaşma riski yüksək bir metoddur.Aparılan tədqiqatlarda ağırlaşma faizi 1% olaraq bildirilmişdir (3,4). Sadə angioqrafiyanın ağırlaşmaları; kateterizasiya yerində qanama,psevdoanevrizma,diseksiya,infeksiyalaşma,tromboz və arteriovenoz fistuldur. Bu ağırlaşmalar cərrahi müdaxilə tələb edə bilər və xəstənin xəstəxanada qalma müddətini uzada bilər (5). Edilən müdaxilə sonrası xəstə monitorizasiyasının tələb olunması üsulun digər bir çatışmayan cəhətidir (6). Bundan başqa istifadə olunan contrast maddəyə bağlı böyrək və ürək çatışmazlığı və anafilaktoid reaksiyalar inkişaf edə bilər (7).

Ədəbiyyat

1. Gates J, Hartnell G. Optimized diagnostic angiography in high risk patients with severe peripheral vascular disease. RadioGraphics 2000; 20:121-133
2. Weissleder R, Wittenberg J, Harisinghani M. Primer of Diagnostic Imaging P:700-702
3. Catalano C, Fraioli F, Laghi A, et al. İnfrarenal aortic and lower extremity arterial disease: diagnostic performance of multi-detector row CT angiography. Radiology 2004;231(2):555-563
4. Wilmann JK, Baumert B, Schertler , et al. Aortoiliac and lower extremity arteries assessed with 16-detector row CT angiography: prospective comparison with digital subtraction angiography. Radiology 2005;236(3):1083-1093
5. Yücel E, Kaufman J, Geller S, Waltman A. Atherosclerotic occlusive disease of the lower extremity: prospective evaluation with two-dimensional time of flight MR angiography. Radiology 1993; 187:637
6. Adriaensen M, Kock M, Stijnen T, Sambeek M, Urk H. Peripheral arterial disease; Therapeutic confidence of CT versus digital subtraction angiography and effects on additional imaging recommendation. Radiology 2004; 233:385-391
7. Weissleder R, Wittenberg J, Harisinghani M. Primer of Diagnostic Imaging P:700-702

**SÜRDÜRÜLEBİLİR AMBALAJ UYGULAMALARI İÇİN ANTİBAKTARİYEL POLİ
(BÜTİLEN SÜKSİNAT) (PBS) VE SODYUM KAZEİNAT (NACAS) KARIŞIMLARININ
HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU**

**THE PREPARATION AND CHARACTERIZATIONS OF ANTIBACTERIAL POLY
(BUTYLENE SUCCINATE) (PBS) AND SODIUM CASEINATE (NACAS) BLENDS FOR
PACKAGING APPLICATIONS**

Mümine Yıldır

Kocaeli Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<https://orcid.org/0009-0004-3121-894X>

Bedriye Ucpinar Durmaz

Dr. Ege Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-4446-6086>

Ayşe Aytac

Prof. Dr. Kocaeli Üniversitesi, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Kocaeli Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-9566-7881>

ÖZET

Biyoplastik malzemeler hem temel araştırmalarda hem de endüstriyel teknolojilerde dünya çapında gıda ambalajı olarak ilgi görmektedir. Poli(bütülen süksinat) (PBS) biyolojik olarak parçalanabilirliği, termal stabilitesi, düşük erime noktası, endüstriyel ölçekte nispeten kolay işlenebilirliği ve biyolojik olarak parçalanabilen alifatik polyesterler arasındaki kimyasal direnci ile ticari uygulamalar için büyük bir potansiyele sahiptir. Son yıllarda, daha düşük maliyetli, geliştirilmiş mekanik, termal ve gaz bariyeri özelliklerine sahip PBS bazlı karışımlar ve kompozitler geliştirmeye yönelik birçok girişimde bulunulmuştur. Bu çalışmada, Sodyum kazeinat (NaCas) içeren biyolojik olarak parçalanabilen yenilebilir bir film geliştirilmesi amaçlanmıştır. NaCas, süttten elde edilen ticari olarak temin edilebilen bir proteindir. İyi film oluşturma, toksik olmama, küçük molekülleri ve iyonları bağlama yeteneği ile dikkat çekmektedir. Biyolojik olarak parçalanabilirlikleri ve iyi teknik özellikleri (O₂ gibi gazlara karşı yüksek bariyer) göz önüne alındığında kazeinat bazlı filmler birçok uygulama alanı bulabilir. NaCas'ın bir diğer avantajı da ucuz olmasıdır. Bu çalışmada, PBS ve farklı konsantrasyonlarda NaCas (ağırlıkça %10, 20 ve 30) içeren filmler ekstrüzyon ve sıcak presleme yöntemiyle hazırlanarak mekanik, termal ve yapısal özellikleri incelenmiştir. 80/20 PBS/NaCas filminin optimum özellikleri sergilediği görülmüştür. Ardından 80/20 PBS/NaCas filminin ambalaj olarak kullanılması için gereken özelliklerin (antibakteriyel, geçirgenlik gibi) geliştirilmesi amacı ile yapıya farklı oranlarda gümüş nanopartikülleri (AgNP) eklenerek filmler elde edilmiştir. AgNP'ler toplam katı miktarına göre %0,1-0,5-1-3-5 oranlarında eklenmiştir. Elde edilen filmlere DSC, TGA, mekanik, su buharı geçirgenliği ve E.coli - S. aureus bakterilerine karşı antibakteriyel testler uygulanmıştır. Filmlerin kristalinitesi AgNP miktarının artmasıyla yaklaşık %50 oranında azalırken, kalıntı yüzdesinin arttığı gözlenmiştir. Filmlerin çekme dayanımında AgNP miktarının artmasıyla düşüş olmuştur. Antibakteriyel test sonuçlarına göre AgNP eklenmesi ile antibakteriyel özellik elde edilmiştir. Ancak test bölgesindeki homojen olmayan dolgu dağılımına bağlı olarak antibakteriyel özellikte değişimler gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poli (Bütülen Süksinat) (PBS), Sodyum Kazeinat (NaCas), Biyobozunur Ambalaj, AgNP, Antibakteriyel.

ABSTRACT

The bioplastic materials as food packaging have gained worldwide attention both in fundamental research and industrial technologies. Poly(butylene succinate) (PBS) has great potential for commercial applications because of its biodegradability, thermal stability, low melting point, relatively easy processibility in industrial-scale manufacturing and chemical resistance among the biodegradable aliphatic polyesters. In recent years, many attempts have been focused on developing PBS-based blends and composites with lower cost, improved mechanical, thermal, and gas-barrier properties. Hence, this study aimed to develop a biodegradable edible film incorporated with Sodium caseinate (NaCas). NaCas is a commercially available protein obtained from milk. Its ability to present good film formation, non-toxicity, bind small molecules and ions are remarkable. Considering their biodegradability and good technical properties (high barrier for gases like O₂), caseinate-based films can find many applications area. Another benefit of NaCas is being cheap. In this study, films containing PBS and different concentrations of NaCas (10, 20 and 30 wt%) were prepared by extrusion and hot pressing method and their mechanical, thermal and structural properties were investigated. It was observed that the 80/20 PBS/NaCas film exhibited optimum properties. Then, in order to improve the properties (such as antibacterial, permeability) required for the use of film as packaging material, different amount silver nanoparticles (AgNP) containing films were prepared. AgNPs were added at the ratio of 0.1-0.5-1-3-5 wt%, according to the amount of the total solid. DSC, TGA, mechanical, water vapor permeability and antibacterial tests against E.coli - S. aureus bacteria were applied to the obtained films. It was observed that the crystallinity of the PBS/NaCAS films decreased by approximately 50% with the increase in the amount of AgNP, while the residue increased. There was a decrease in the tensile strength of the films as the amount of AgNP increased. According to the antibacterial test results, antibacterial properties were obtained by adding AgNP. However, changes in antibacterial properties were observed due to heterogeneous filler dispersion in the test area.

Keywords: Poly (Butylene Succinate) (PBS), Sodium Caseinate (NaCas), Biodegradable Packaging, AgNP, Antibacterial.

**О НЕКОТОРЫХ ОЦЕНКАХ НОРМ ОПЕРАТОРОВ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ
ПРОИЗВОДНЫХ**

**ON SOME ESTIMATES FOR THE NORM OF INTERMEDIATE DERIVATIVE
OPERATORS**

Малахат Фаррух кызы Исмаилова

доктор философии по математике, доцент

Мингячевирский государственный университет, Азербайджан

ORCID ID: 0009-0002-3910-2576

Мамедов Мехеммед Назим оглы

Старший преподаватель

Мингячевирский государственный университет, Азербайджан

ORCID ID: 0009-0007-8122-6878

РЕЗЮМЕ

В работе получены достаточные условия о регулярной разрешимости операторно-дифференциальных уравнения четвертого порядка эллиптического типа в частных, производных зависящих от двух переменных, главная часть которого содержит нормальный оператор. Эти условия выражены свойствами коэффициентами операторно-дифференциального уравнения. При этом получены оценки норм промежуточных производных в абстрактных пространствах типа Соболева через главные части операторно-дифференциального уравнения.

Ключевые слова: операторно-дифференциальное уравнение, гильбертово пространство, вектор-функция, самосопряженный оператор, промежуточные производные, регулярное решение, обратный оператор.

ABSTRACT

In the work, sufficient conditions are obtained for the regular solvability of operator-differential equations of the fourth order of elliptic type in partial derivatives depending on two variables, the main part of which contains a normal operator. These conditions are expressed by the properties of the coefficients of the operator-differential equation. In this case, we obtained estimates for the norms of intermediate derivatives in abstract spaces of Sobolev type through the main part of the operator-differential equation.

Key words: operator-differential equation, Hilbert space, vector function, self-adjoint operator, intermediate derivatives, regular solution, inverse operator.

Пусть H – сепарабельное гильбертово пространство, C -положительно определенный самосопряженный оператор. Пусть $R^2 = R \times R$ и $L_2(R^2; H)$ есть гильбертово пространство вектор-функций $f(x, y)$, определенные почти всюду в R^2 , со значениями в H , измеримые и квадратично интегрируемые, для которых

$$\|f\|_{L_2(R^2; H)} = \left(\int_{R^2} \|f(x, y)\|^2 dx dy \right)^{\frac{1}{2}} < \infty.$$

Введем линейное множество $D(R^2; H_4)$ - бесконечно дифференцируемых в H вектор-функции $u(x, y)$, со значениями $H_4 = D(C^4)$ $((x, y)_{H_4} = (C^4 x, C^4 y))$, имеющие компактные носители в R^2 . В линейном множестве $D(R^2; H_4)$ определим норму

$$\|u\|_{W_2^4(R^2; H)} = \left(\sum_{\substack{k, j=0 \\ 0 \leq k+j \leq 4}}^4 \left\| C^{4-(k+j)} \frac{\partial^{k+j} u}{\partial x^k \partial y^j} \right\|_{L_2(R^2; H)}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Пополнению линейного множества $D(R^2; H_4)$ по норме $\|u\|_{W_2^4(R^2; H)}$ обозначим через $W_2^4(R^2; H)$.

Рассмотрим в пространстве H операторно-дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 u}{\partial y^4} + A^4 u + \sum_{\substack{k, j=0 \\ 0 \leq k+j \leq 4}}^4 A_{k, j} \frac{\partial^{k+j} u}{\partial x^k \partial y^j} = f(x, y), \quad (x, y) \in R^2, \quad (1)$$

где $f(x, y)$, $u(x, y)$ вектор-функции со значениями в H , а операторные коэффициенты удовлетворяют условиям:

1) A - нормальный обратимый оператор, спектра которого содержится в угловом секторе

$$S_\varepsilon = \left\{ \lambda : |\arg \lambda| \leq \varepsilon, \quad 0 \leq \varepsilon < \frac{\pi}{4} \right\}$$

2) Операторы $B_{k, j} = A_{k, j} A^{(k+j)-4}$ ($k, j = 0, 4, k + j \leq 4$) ограничены в H .

Отметим, что при выполнении условия 1) оператор A представим в виде $A = \bigcup C$, где C - положительно определенный самосопряженный оператор в H , а S -унитарный оператор в H .

Определение 1. Если при $f(x, y) \in L_2(R^2; H)$ существует вектор-функция $u(x, y) \in W_2^4(R^2; H)$, которое удовлетворяет уравнению (1) почти всюду в R^2 , то ее будем называть регулярным решением уравнения (1).

Определение 2. Если при любом $f(x, y) \in L_2(R^2; H)$ существует регулярное решение $u(x, y)$ уравнения (1), которое имеет оценку

$$\|u\|_{W_2^4(R^2; H)} \leq \text{const} \|f\|_{L_2(R^2; H)},$$

то уравнение (1) называется регулярно разрешимым.

В данной работе мы найдем условия на коэффициенты уравнения (1), при выполнении которых уравнение (1) является регулярно разрешимой. Отметим, что уравнение второго порядка эллиптического типа в частных производных исследована в работах [1,2,3,5]. Когда A - самосопряженный оператор, условия регулярной разрешимости для уравнения (1) получены в работах [4,6].

Обозначим через

$$P_0 u = \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 u}{\partial y^4} + A^4 u, \quad u(x, y) \in W_2^4(R^2; H)$$

$$P_1 u = \sum_{\substack{k, j=0 \\ 0 \leq k+j \leq 4}}^4 A_{k, j} \frac{\partial^{k+j} u}{\partial x^k \partial y^j}, \quad u(x, y) \in W_2^4(R^2; H)$$

и

$$P u = P_0 u + P_1 u, \quad u(x, y) \in W_2^4(R^2; H).$$

Имеет место.

Теорема 1. Пусть выполняется условия 1). Тогда оператор P_0 изоморфно отображает пространство $W_2^4(R^2; H)$ на $L_2(R^2; H)$ и имеет место оценки

$$\left\| A^{4-(k+j)} \frac{\partial^{k+j} u}{\partial x^k \partial y^j} \right\|_{L_2(R^2; H)} \leq C_{k, j}(\varepsilon) \|P_0 u\|_{L_2(R^2; H)} \quad (2)$$

$(k, j = \overline{0, 4}, 0 \leq k + j \leq 4)$, где

$$C_{0,0}(\varepsilon) = C_{0,4}(\varepsilon) = C_{4,0}(\varepsilon) = \begin{cases} 1, & 0 \leq \varepsilon \leq \frac{\pi}{8} \\ \frac{1}{\sqrt{2} \cos 2\varepsilon}, & \frac{\pi}{8} \leq \varepsilon < \frac{\pi}{4} \end{cases} \quad (3)$$

$$C_{k,0} = \left(\frac{k}{4}\right)^{\frac{k}{4}} \left(\frac{4-k}{4}\right)^{\frac{4-k}{4}}, \quad \text{при } k = 1, 2, 3; \quad j = 0 \quad (4)$$

$$C_{0,j}(\varepsilon) = \left(\frac{j}{4}\right)^{\frac{j}{4}} \left(\frac{4-j}{4}\right)^{\frac{4-j}{4}} (1 + tg^2 \varepsilon)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{при } k = 0; \quad j = 1, 2, 3 \quad (5)$$

$$C_{k,j} = \left(\frac{k}{4}\right)^{\frac{k}{4}} \left(\frac{j}{4}\right)^{\frac{j}{4}} (1 + tg^2 \varepsilon)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{при } k \neq 0, \quad j \neq 0, \quad k \neq 4, \quad j \neq 4, \quad k + j = 4 \quad (6)$$

$$C_{k,j} = \left(\frac{4-(k+j)}{4}\right)^{\frac{4-(k+j)}{4}} \left(\frac{k}{4}\right)^{\frac{k}{4}} \left(\frac{j}{4}\right)^{\frac{j}{4}} (1 + tg^2 \varepsilon)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{при } 2 \leq k + j \leq 3 \quad (7)$$

Теорема 2. Пусть выполняются условия 1), 2) и неравенство

$$q(\varepsilon) = \sum_{\substack{k+j=0 \\ 0 \leq k+j \leq 4}}^4 C_{k,j}(\varepsilon) \cdot \|B_{k,j}\| < 1 \quad (0 \leq \varepsilon < 1)$$

где числа $C_{k,j}(\varepsilon)$ определены из теоремы 1, равенствами (3)-(6). Тогда уравнение (1) регулярно разрешимо.

Литература

1. Мирзоев С.С. Об одной краевой задачи для операторно-дифференциальных уравнений второго порядка // Труды АН.Азерб., 1998, т.7(16), с.154-161.
2. Ягубова Х.В. Об условиях разрешимости операторно-дифференциального уравнения в частных производных второго порядка на всей плоскости // Вестник Бакинского Университета, сер.физ.-матем.наук, 1998, № 3, с.94-101.
3. Мирзоев С.С., Джафаров И.Дж. О разрешимости одной краевой задачи для операторно-дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных // Математи. заметки, 2012, т.91:3, с. 470-472.
4. Мирзоев С.С., Исмаилова М.Ф. О разрешимости операторно-дифференциальных уравнений в частных производных четвертого порядка в гильбертовом пространстве // Вестник Бакинского Университета, сер.физ.-матем.наук, 2006, № 4, стр.5-11.
5. Jafarov I.J. On solubility of one class of partial operator-differential equation // Proceeding of IMM of NAS of Azerbaijan, 2004, №1, pp.136-146.
6. Ismailova M.F. On the solvability of one class of fourth order elliptic type operator–differential equations // Proceedings IMM of NAS of Azerbaijan, 2005, vol.23, pp.53 – 58.

**NONPHARMACOLOGICAL METHODS USED IN PAIN MANAGEMENT IN
CYSTOSCOPY**

Seda Cansu YENİĞÜN

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9712-9171>

Seçil TAYLAN

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7243-0734>

İlknur ÖZKAN

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0826-5682>

ÖZET

Sistoskopi; minimal invaziv bir girişim olup ürolojik hastalıkların tanı ve tedavisinde oldukça yaygın uygulanan bir girişimdir. Üretradan başlayarak mesane içine kadar uzanan ürotelyal mukozanın değerlendirilmesinde, alt üriner sistem patolojilerinin direkt görüntülenmesinde, tekrarlayan üriner sistem infeksiyonlarında, alt üriner sistem taş hastalıklarında, üriner sistem anomalileri ve mesane tümörlerinin tanı ve periyodik olarak kontrollerinde tanı amaçlı ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Sistoskop aleti hastaya yerleştirilirken işlem öncesinde ve sırasında korku ve ağrı hissedebilirler. Sistoskopi işlemi yapılırken sistoskop aletinin geçmesini kolaylaştırmak ve hastanın ağrı ve rahatsızlık yaşamasını azaltmak amacıyla kayganlaştırıcı ve lokal anestezi etkisi olan lidokoinli jel kullanılır. Hastalarda kayganlaştırıcı jel kullanılmasına rağmen sistoskopi esnasında ağrı ve rahatsızlık hissi duyulmaya devam etmektedir. Sistoskopi işleminde lidokainli jel veya kısa etkili narkotikler gibi çeşitli anestetik etkili ilaç terapilerinin sık kullanılmasına rağmen, işlem sırasında hastaların yaşadıkları ağrı, korku ve anksiyetenin hafifletilmesinde sadece bu yöntemler yeterli olmayabilir. Hastaların yaşadıkları ağrı yaşam bulgularını olumsuz etkilemektedir. Ağrıyla baş etmede farmakolojik yöntemler kullanılırken, nonfarmakolojik yöntemlerinde etkinliği kanıtlanmıştır. Nonfarmakolojik yöntemler, hasta konforunu artırırken aynı zamanda sonuçlarının iyileştirilmesine yardımcı olur. Bu yöntemler tek başına kullanılabilirdiği gibi hastaların ağrı yönetiminde ilaç tedavisiyle birlikte de kullanılabilir. Nonfarmakolojik yöntemler ucuz, kolay, basit uygulamalar olup yan etkisi olmamaktadır. Sistoskopide ağrı yönetiminde kullanılan nonfarmakolojik yöntemler arasında müzik dinletme, video izletme, stres topu uygulaması yer almaktadır. Bu derlemenin amacı; sistoskopi sırasında kullanılan nonfarmakolojik yöntemleri sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Sistoskopi, nonfarmakolojik yöntemler, ağrı, cerrahi hemşireliği

ABSTRACT

Cystoscopy is a minimally invasive procedure which is widely used in the diagnosis and treatment of urological diseases. It is widely used for the evaluation of the urothelial mucosa extending from the urethra into the bladder, direct visualisation of lower urinary tract pathologies, recurrent urinary tract infections, lower urinary tract stone diseases, urinary tract anomalies and bladder tumours. Patients may feel fear and pain before and during the procedure when the cystoscope instrument is inserted into the patient. During the cystoscopy procedure, lidocaine gel with lubricant and local anaesthetic effect is used to facilitate the passage of the cystoscope instrument and to reduce the patient's pain and discomfort. Patients continue to experience pain and discomfort during cystoscopy despite the use of

lubricant gel. Although various anaesthetic drug therapies such as lidocaine gel or short-acting narcotics are frequently used in cystoscopy, these methods alone may not be sufficient to alleviate the pain, fear and anxiety experienced by patients during the procedure. The pain experienced by patients negatively affects their life findings. While pharmacological methods are used to cope with pain, the effectiveness of nonpharmacological methods has been proven. Nonpharmacological methods increase patient comfort and at the same time help to improve the results. These methods can be used alone or in combination with drug therapy in the pain management of patients. Nonpharmacological methods are cheap, easy, simple applications and have no side effects. Nonpharmacological methods used in pain management in cystoscopy include listening to music, watching videos, and stress ball application. The aim of this review is to present nonpharmacological methods used during cystoscopy.

Keywords: Cystoscopy, nonpharmacological methods, pain, surgical nursing.

Giriş

En önemli tanı araçlarından biri olan sistoskopi, prostat hiperplazisi, üretra darlığı gibi üriner obstrüksiyonları, hematüri, mesade oluşan taşlar ve inflamatuvar hastalıklar, üretra ve mesane tümörleri gibi anormal bulguları değerlendirmek ve bu ameliyatlardan herhangi birini geçiren hastaların ameliyat sonrası izlemlerini yapmak gibi alt üriner sistem hastalıklarında tanı koymak amacıyla uygulanan invaziv bir girişimdir. Sistoskopi rijit ve fleksible olmak üzere iki çeşit aletle yapılmaktadır (1,2,3). Rijit sistoskopinin optikleri daha iyi olup işlem kanalları daha geniştir ve bunun sayesinde aksesuar aletlerin kullanımı ve hareketi kolaydır. Fleksible sistoskopi ise rijit sistoskopiye göre hastalar için daha konforludur. Ancak rijit sistoskopun kanallarının daha geniş olması girişim esnasında kullanılan aksesuar aletlerin manevrasında kolaylık sağlamaktadır ve rijit sistoskopi girişiminin kullanım amaçları daha fazla olduğundan (double j stent takılması/çekilmesi, mesane taşının lazer ile kırılması, mesaneye botox uygulanması vb.) bu yöntem tercih edilmektedir. Yüksek mesane boynuna sahip hastalarda aletin manevrası sayesinde kolay bir şekilde mesane boynunun geçilmesini sağlar; uygulama pozisyonu rahattır ve manevra kabiliyeti, mesanenin tüm açılarını gözlemleme yardımı olmaktadır (1,4).

Hastada akut idrar enfeksiyonu varsa, sepsis gelişme riski olabileceğinden dolayı sistoskopi yapılmamalıdır. Bu nedenle hastaya herhangi bir planlı sistoskopi işleminden 5-7 gün önce idrar tahlili yapılması önerilmektedir. Ayrıca hasta idrar yolu enfeksiyonuna yönelik tedavi edilmelidir (5). Sistoskopinin komplikasyonları arasında idrar yolu enfeksiyonu, hematüri, dizüri ve mesane veya üretranın yaralanmasını yer almaktadır (6,7).

İnvaziv işlem olan sistoskopi, hastalarda ağrı ve buna bağlı olarak rahatsızlığa neden olabilmektedir (8,9,10); bu nedenle bu konuda yapılan çalışmalar sistoskopi sırasında hastaların yaşadıkları ağrı, anksiyete ve rahatsızlığa odaklanmaktadır. Hastaların işlem sırasında yaşadıkları bu rahatsızlıkları hafifletmek için ilaç terapilerinin yanı sıra ilaç dışı yöntemlere de sık başvurulduğu görülmektedir (11,12).

Sistoskopide Ağrı Yönetiminde Kullanılan Nonfarmakolojik Yöntemler

Sistoskopi hastalarda ağrıya olabilmektedir (12). Vücutta oluşan fizyolojik stres tepkisini ağrı tetiklemektedir. Oluşan bu tepkiler sempatik sonucunda sinir sistemini aktive olur. Akut ağrı sonucunda görülen fizyolojik belirtiler; kan basıncında yükselme, pupil dilatasyonu, nabızda ve solunumda artma ve yüz buruşturma, inleme gibi davranışları içerir. Ağrının artmasıyla birlikte sempatik sinir sistemi uyarılır ve katekolamin salınımı artar. Böylece vasküler direnç, kalp yükü ve miyokard oksijen tüketimi artar (13). Ağrının ve anksiyetenin artmasıyla birlikte hastanın yaşam bulguları da etkilenebilmektedir (12). Ağrının azaltılmasında farmakolojik yöntemler bütünleşik (integratif) yöntemler kullanılmaktadır. Özellikle nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAİİ), opioidler ve adjuvan analjezikler farmakolojik ajanlar arasında yer almaktadır. Analjeziklerin etkinliği, hastanın fiziksel özelliklerine ve ağrının türüne uygun analjezi seçimi ile arttırılabilir (14).

Nonfarmakolojik yöntemler farmakolojik tedavinin etkisini artırdığını aynı zamanda ucuz yan etkisinin olmaması, kolay güvenilir olmasıda uygulanabilirliğini artırmaktadır (15). Müzik terapi, video izleme, masaj, stres topu, hipnoz vb. nonfarmakolojik yöntemler arasında yer almaktadır (16,17,18). Sistoskopi sırasında ağrının kontrolünde kullanılan yöntemler arasında stres topu, müzik dinleme, video izleme ve sanal gerçeklik kullanımı bulunmaktadır (16).

Müzik terapi

Müzik dinlemek bireylerde hem fizyolojik hem de psikolojik cevaplara neden olmaktadır. Müzik beynin sağ hemisferini etkileyip, limbik sistem üzerinden psikofizyolojik yanıtlara neden olup, enkefalin ve endorfin salınımına neden olarak ağrının şiddetinin azalmasına neden olmaktadır (19,20). Beyin dalgaları müzik ile hızlandırılıp yavaşlatılabilmekte, kas gerilimi ve hareketlerini koordine etmeye yardımcı olarak, anksiyolitik etki yapmaktadır (21). Andres Garcia ve ark (2018) tarafından sistoskopi sırasında dinletilen müziğin ağrı ve anksiyeteyi azaltma üzerine etkisini inceleyen çalışma sonucunda müziğin ağrı ve anksiyeteyi azalttığı saptanmıştır (22). Ayrıca Gezginci ve ark (2018) sistoskopi sırasında müzik dinlemenin ağrı, anksiyete ve konfor üzerine etkisini incelediği çalışma sonucunda müziğin ağrı ve anksiyeteyi azalttığı aynı zamanda hastanın konforunu artırdığını belirtmiştir (16).

Stres topu

Stres topu, aynı zamanda bilek ve elin içinde, etrafında bulunan, doğrudan beyinle bağlantılı olan birçok sinir ve kasa baskı uygulayarak uyarılmasını sağlamaktadır. Böylece stres hormonları azalmakta ve gevşeme rahatlama sağlanmaktadır.

Gezginci ve ark (2018) sistoskopi sırasında stres topu uygulamasının ağrı, anksiyete ve konfor üzerine etkisini incelediği çalışma sonucunda stres topunun ağrı ve anksiyeteyi azalttığı aynı zamanda hastanın konforunu artırdığını belirtmiştir (16).

Sanal gerçeklik

Sanal gerçeklik teknolojisinin tıbbi prosedürler sırasında ağrı ve anksiyeteyi azaltmada etkili bir yöntemdir. Sanal gerçeklik, hastaların deneyimledikleri ağrıyı azaltarak ve işlem sırasında daha rahat hissetmelerini sağlayarak, tıbbi müdahalelerin genel deneyimini iyileştirebilir. Bu tür teknolojik yenilikler, özellikle ağrı yönetimi ve hasta konforu açısından, sağlık hizmetlerinde önemli iyileştirmeler sunabilir (23). Luczak ve ark. (2021) yaptığı çalışmada sanal gerçeklik (VR) kullanan hasta grubunda ağrı seviyeleri önemli ölçüde daha düşük olduğunu, teknik olarak uygulanabilir olduğunu ve ağrı algısını azaltmada etkili olabileceğini göstermiştir. Di Goergen ve ark. (2022) 159 hastada yaptığı çalışma sonucunda sistoskopi sırasında kullanılan VR kullanan hastaların ağrısını azalttığını, işlem süresinin kıaldığını ve hastaların rahatsızlık yaşamadığını göstermiştir (24).

Sonuç

Sistoskopi sırasında ağrı yönetimi, hastaların konforunu artırmak ve işlem sırasındaki stresi azaltmak için kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, nonfarmakolojik yöntemler, ilaç kullanımını gerektirmeyen ve hastalar için alternatif rahatlama yolları sunan etkili stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, müzik dinleme ve video izlemenin, dikkati dağıtarak ağrı algısını azalttığını göstermiştir. Özellikle, sanal gerçeklik teknolojisi, hastanın deneyimini tamamen farklı bir ortama taşıyarak, gerçekleştirilen tıbbi işlemden uzaklaştırır ve bu sayede ağrı ve anksiyete düzeylerinde önemli azalmalar sağlar. Fiziksel ve mesleki terapiler gibi yöntemlerin yanı sıra, hasta eğitimi ve işlem öncesi detaylı bilgilendirme de anksiyeteyi azaltmada ve dolayısıyla ağrı algısını düşürmede önemli bir yer tutmaktadır. Bu tür nonfarmakolojik yaklaşımların entegrasyonu, sistoskopi sırasında ağrı yönetimini optimize ederek, hasta memnuniyetini ve işlem sonrası iyileşme süreçlerini iyileştirebilir. Bu nedenle, klinik uygulamalarda nonfarmakolojik yöntemlere daha fazla yer verilmesi, hem hasta hem de sağlık hizmeti sunucuları için olumlu sonuçlar doğurabilir.

Kaynaklar

1. Güntekin, E., Kukul, E. (Yazarlar), Sistoüretroskopi; Anafarta, K., Arıkan, N., Bedük, Y. (Editörler): *Temel Üroloji Kitabı, Güneş Tıp Kitabevleri*, 4. Baskı, s.(2011);194-196.

2. Gonzalez, Ashley N., et al. "The prevalence of bladder cancer during cystoscopy for asymptomatic microscopic hematuria." *Urology* 126 (2019): 34-38.
3. Ma, Joshua, et al. "Long-term Recurrence Rates of Low-risk Non-muscle-invasive Bladder Cancer—How Long Is Cystoscopic Surveillance Necessary?." *European Urology Focus* 10.1 (2024): 189-196.
4. Eryıldırım, B. (Yazar), Sistoskopi ekipmanı; Saraçoğlu, M., Tarhan, F., Eryıldırım, B. (Editörler): Sistoüretroskopi El Kitabı, İzmir, s.24-26, 2015.
5. Ma, Joshua, et al. "Long-term Recurrence Rates of Low-risk Non-muscle-invasive Bladder Cancer—How Long Is Cystoscopic Surveillance Necessary?." *European Urology Focus* 10.1 (2024): 189-196.
6. Bschiepfer, T., M. Oelke, and M. Rieken. "Diagnostic procedures and diagnostic strategy for lower urinary tract symptoms/benign prostatic hyperplasia: An overview." *Der Urologe* 58 (2019): 238-247.
7. Cadish, Lauren A., Beri M. Ridgeway, and Jonathan P. Shepherd. "Cystoscopy at the time of benign hysterectomy: a decision analysis." *American journal of obstetrics and gynecology* 220.4 (2019): 369-e1.
8. Casteleijn, Niek F., et al. "The effect of office based flexible and rigid cystoscopy on pain experience in female patients." *Investigative and clinical urology* 58.1 (2017): 48.
9. Yerlikaya, Gülen, et al. "Pain perception during outpatient cystoscopy: a prospective controlled study." *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 173 (2014): 101-105.
10. Krajewski, Wojciech, et al. "How different cystoscopy methods influence patient sexual satisfaction, anxiety, and depression levels: a randomized prospective trial." *Quality of Life Research* 26 (2017): 625-634.
11. Kesari, D., et al. "Effects on pain and anxiety of patients viewing their cystoscopy in addition to a detailed explanation: a controlled study." *BJU international* 92.7 (2003): 751-752.
12. Yeo, Jeong Kyun, et al. "Listening to music during cystoscopy decreases anxiety, pain, and dissatisfaction in patients: a pilot randomized controlled trial." *Journal of endourology* 27.4 (2013): 459-462.
13. Kehlet, Henrik. "Acute pain control and accelerated postoperative surgical recovery." *Surgical Clinics of North America* 79.2 (1999): 431-443.
14. Aslan, Fatma Eti. *Ağrı: Doğası ve kontrolü*. İstanbul Medikal Yayıncılık, 2006.
15. Midilli, Tülay Sağkal, E. Ş. E. R. İsmet, and Şebnem Yücel. "Cerrahi kliniklerinde çalışan hemşirelerin ağrı yönetiminde nonfarmakolojik yöntemleri kullanma durumları ve etkileyen faktörler." *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 1 (2019): 60-66.
16. Gezgin, Elif, et al. "Three distraction methods for pain reduction during cystoscopy: a randomized controlled trial evaluating the effects on pain, anxiety, and satisfaction." *Journal of endourology* 32.11 (2018): 1078-1084.
17. Kasar, Kadriye Sayin, Saadet Erzincanli, and Nesat Tolga Akbas. "The effect of a stress ball on stress, vital signs and patient comfort in hemodialysis patients: A randomized controlled trial." *Complementary Therapies in Clinical Practice* 41 (2020): 101243.
18. Muddana, Satish Kumar, et al. "Preoperative and perioperative music to reduce anxiety during first-time phacoemulsification cataract surgery in the high-volume setting: randomized controlled trial." *Journal of Cataract & Refractive Surgery* 47.4 (2021): 471-475.
19. Nilsson, Ulrica. "The anxiety-and pain-reducing effects of music interventions: a systematic review." *AORN journal* 87.4 (2008): 780-807.

20. Thaut, Michael H. "The future of music in therapy and medicine." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1060.1 (2005): 303-308.
21. Jenkins, Phil. "Formal and informal music educational practices." *Philosophy of Music Education Review* 19.2 (2011): 179-197.
22. García-Perdomo, Herney Andrés et al. "Music to reduce pain and anxiety in cystoscopy: a systematic review and meta-analysis." *Journal of complementary & integrative medicine* vol. 16,3 /j/jcim.2019.16.issue-3/jcim-2018-0095/jcim-2018-0095.xml. 12 Oct. 2018, doi:10.1515/jcim-2018-0095.
23. Łuczak, M., et al. "Influence of the virtual reality devices on pain and anxiety in patients undergoing cystoscopy performed under local anesthesia." *European Urology* 79 (2021): S1009.
24. Goergen, Diego Inácio, and Daniel Melecchi DE Oliveira Freitas. "Virtual Reality as a distraction therapy during cystoscopy: a clinical trial." *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* 49 (2022): e20223138.

**İŞ STRESİ KONUSUNDA HEMŞİRELİK ALANINDA SON 10 YILDA ÇALIŞMALARIN
BİBLİYOMETRİK ANALİZİ**
**THE LAST 10 YEARS OF WORK STRESS AND NURSING-RELATED ARTICLES:
BIBLIOMETRIC ANALYSIS**

Seda Cansu YENİĞÜN

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9712-9171>

İlknur ÖZKAN

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0826-5682>

Seçil TAYLA

Akdeniz Üniversitesi Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi, Antalya, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7243-0734>

ÖZET

Amaç: Bu araştırmada, hemşirelik ve iş stresi ile ilgili makalelerin niceliği ve kalitesi hakkında bilgi edinmek ve çalışmaların mevcut eğilimleri hakkındaki bilgileri artırmaktır.

Yöntem: Veriler, 24 Mart 2024 tarihinde “Web of Science Core Collection” veri tabanından gerçekleştirilmiştir. VOSviewer programı ile analizler yapılmıştır. Analizlerde yazarlar, atıf yapılan yazarlar, ülkeler, kurumlar, atıf yapılan dergiler ve referanslar ve anahtar kelimelerin ortak atıf ve oluşum ağı analizi yapılmıştır. Araştırma, “iş stresi ve hemşirelik” ile ilgili 2015-2024 yılları arasında yayımlanan makaleleri içermektedir. Anahtar kelime olarak “work stress” OR “occupational stress” kullanılarak, 2015-2024 yılları arası ve doküman tipi “makale”, dili İngilizce olan makaleler analize dahil edilmiştir. Çalışma kategorisi olarak ise “nursing” belirlenmiştir. Bu kapsamda 427 makalenin R Studio da Biblioshiny paketi kullanılarak yapıldı.

Bulgular: Bibliyometrik analiz genel verilerine göre 427 araştırma makalesinin 110 farklı kaynaktan yayımlandığı, doküman başına ortalama atıf sayısının 16.74 olduğu görüldü. En sık kullanılan kelimeler sırayla “occupational stress” n=128, “nurses” n=110 ve “stress” n=70 olduğu bulundu. Makalelerin yayımlanma yıllara göre dağılımları incelendiğinde en çok n=73 makalenin 2021 yılında yayımlandığı görüldü. Araştırma sonucunda en çok atıf alan n=547 makalenin “Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic” olduğu görüldü.

Sonuç: Hemşireler, çalışma şartlarının yoğun olması, çalışılan kliniklerin yoğun olması, doğal afetler, tükenmişlik gibi durumlar yaşamaktadır. Bu durumlarda hemşirelerde iş stresine yol açmaktadır. Hemşirelerde iş stresine ilişkin yayınlar son zamanlarda artış göstermektedir. Bibliyometrik analizin sınırlılıkları göz önünde bulundurulduğunda, iş stresi ve hemşirelik yeni yayınlar yapılması, yayınların derinlemesine nitel analiz içeren çalışmalarla incelenmesi ve ortaya konacak sonuçlar doğrultusunda eksikliklerin giderilmesi önerilebilir.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to perform a bibliometric analysis of articles related to nursing and occupational stress.

Method: The study included articles on "occupational stress and nursing" published between 2014 and 2024. Using "job stress" OR "occupational stress" as keywords, articles between 2014-2024, document type "article" and English language were included in the analysis. "Nursing" was defined as the study category. The article ... was analysed using the VOSviewer programme.

Results: According to the general data of the bibliometric analysis, 427 research articles were published in 110 different sources and the average number of citations per document was 16.74. The most frequently used words were found to be "occupational stress" n=128, "nurses" n=110 and "stress" n=70, respectively. When the distribution of the articles according to the years of publication was analysed, it was seen that the most n=73 articles were published in 2021. As a result of the research, it was seen that the most cited article n=547 was "Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic".

Conclusion: Nurses experience situations such as intensive working conditions, intensive care units, natural disasters and burnout. These situations lead to work stress in nurses. Publications on work stress in nurses have increased recently. Considering the limitations of bibliometric analysis, it can be recommended to make new publications on work stress and nursing, to examine the publications with studies including in-depth qualitative analysis, and to eliminate the deficiencies according to the results to be revealed.

1.GİRİŞ

İş hayatında birbirini tamamlayan ve anlamlandıran tükenmişlik, yaşam doyumu ve iş doyumu kavramları iş yerinden eve uzanan oldukça önemli kavramlardır¹. Tükenmişlik ve stres ise üzerinde fazlaca araştırma yapılan konuların başındadır². İnsanlarla bire bir çalışan, direk hizmet veren ve hizmet kalitesinde insanın çok mühim bir yere sahip olduğu mesleklerde tükenmişliğin çok daha sık ortaya çıktığı bildirilmiştir³. Hemşirelerin ise yaşamın parçası olarak varlığını sürdüren sağlık hizmetleri üzerinde etkin rolleri vardır⁴. Çoğunlukla hemşireler yaşam ve ölüm arasında hızla hareket edip kritik kararlar almak ve güvenli olmayan yerlerde hastaya verdiği bakımı sürdürmek durumundadırlar. İş ortamı kaynaklı yoğun stres hemşirelerin merhamet yorgunluğu, mesleki tatminsizlik ve tükenmişlik gibi sorunları yaşamasına neden olabilmektedir⁵. İş stresi sağlık profesyonelleri arasında özellikle de hastayla ön safhada çalışan hemşireler arasında önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu nedenle çalışma; hemşirelerde görülen iş stresi ile ilgili yapılan çalışmalarını göz önünde bulundurarak bu konuya ilişkin sonuçları belirlemesine ve eksikliklerin giderilmesine katkı sunmuştur.

2.YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tipi

Son on yılda Web of Science (WoS) veri tabanında hemşirelik alanında yayımlanan iş stresine yönelik çalışmaların bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmesi amacıyla yapılan araştırma tanımlayıcı tiptedir.

2.2. Araştırmanın Tasarımı ve Örnekleme

Web of Science (WoS)'tan 2015–2024 yılları arası ulaşılan yayınların nicel içerik analizi yapılmıştır. Sonuçlar tanımlayıcı bibliyometrik analiz kullanılarak değerlendirilmiştir. Bibliyometrik analiz makalelerin hem nicel hem nitel değerlendirilmesine imkan sağlayan bir istatistiksel analiz aracıdır⁶. WoS, çeşitli kategorilerdeki akademik dergileri ve çalışmalarını içermekte olup en geniş araştırma veri tabanı olması, bilimsel yayınların atıf istatistikleri ve bibliyografik verilerine erişim imkanı sağlaması nedeniyle bu çalışmada kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler WoS veri tabanından aktarıldığı için bu araştırmaya hiçbir katılımcı dahil olmamıştır.

2.3. Verilerin toplanması

Araştırma verileri WoS veri tabanından 24 Mart 2024'te elde edilmiştir. Arama stratejisi olarak gelişmiş tarama bölümünde "work stress" OR "occupational stress" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Böylece ilk aşamada 13,247 makaleye ulaşılmıştır. Taramada yayınlanan tüm makaleler için yıl

sınırlaması yapılmış (son 10 yıl) ve yayın dili İngilizce olanlar seçilmiştir. Döküman türü olarak makaleler ve sistematik makaleler dahil edilmiştir. Böylece toplam 427 makaleye ulaşılmıştır. Makaleler tek bir dosyada birleştirilmiş, gerekli görüldüğü yerlerde özetler veya tam metinler, araştırma temasına uyup uymadıklarını belirlemek için okunmuş ve değerlendirilmiştir.

2.4. Verilerin analizi

Verilerin analizi için ileri derecede istatistik kullanılmamıştır. Biblioshiny de “Main Information (Genel Bilgiler)”, “Annual Scientific Production (Yıllık Bilimsel Üretim)”, “Most Revelant Authors (En çok yayın yapan yazarlar)”, “Most Local Sited Authors (En çok atıf yapan yazarlar) “WordCloud (Kelime Bulutu)”, “Most Relevant Sources (En İlgili Kaynaklar)” ve “Most Global Cited Documents (En Çok Atıf Alan Yayınlar)” bölümlerinde ilgili araştırma makalelerinin analizleri yapıldı.

2.5. Araştırma etiği

Bu çalışma, alan yazında var olan ve yayımlanan makalelerin incelenmesi doğrultusunda gerçekleştirilmiş olup, aynı zamanda insan ve hayvan kullanılmadığı için etik kurul sürecini gerektirmemektedir. Ayrıca, Helsinki Deklarasyonu prensipleri hükümlerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

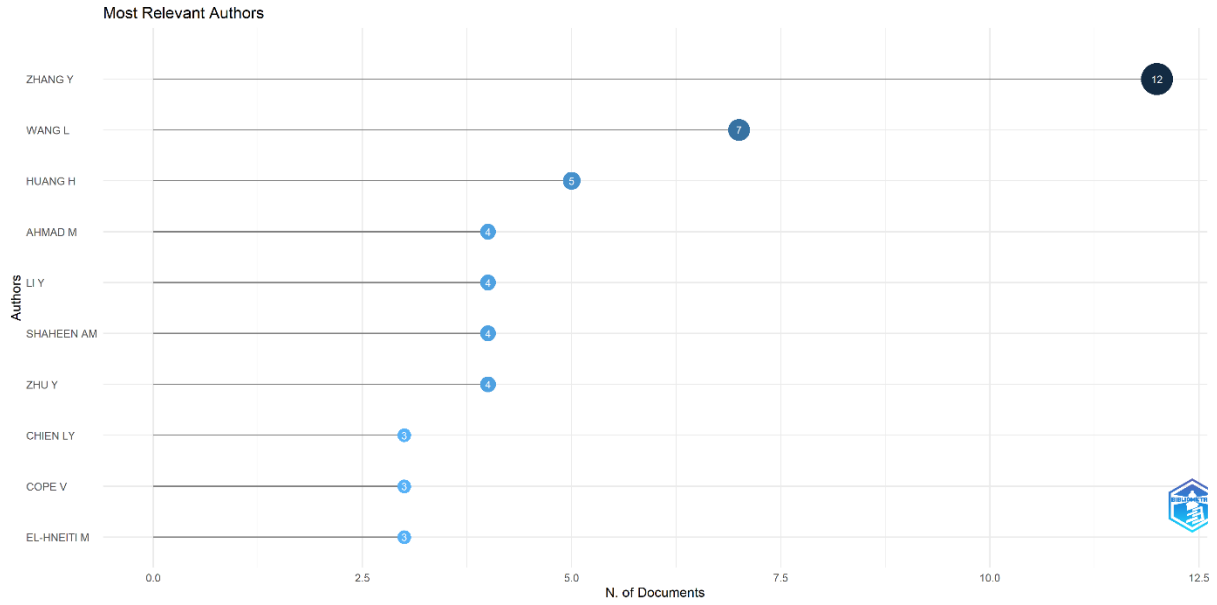
3.BULGULAR

Tablo 1’de 2015-2024 yılları arasında hemşirelik alanında iş stresine yönelik yapılmış çalışmalara ait genel bilgiler yer almaktadır. 2015-2024 yılları arasında 427 makale toplam 1606 yazar tarafından gerçekleştirilmiştir. Doküman başına ortalama atıf sayısı 16.74’dür. Toplam referans sayısı 14179 ve yazarların kullandığı anahtar kelime sayısı 993’dür. Tek yazarlı makalesi olan yazar sayısı 21’dir. Uluslararası yazar iş birliği yüzdesi %17.1’dir (Tablo 1).

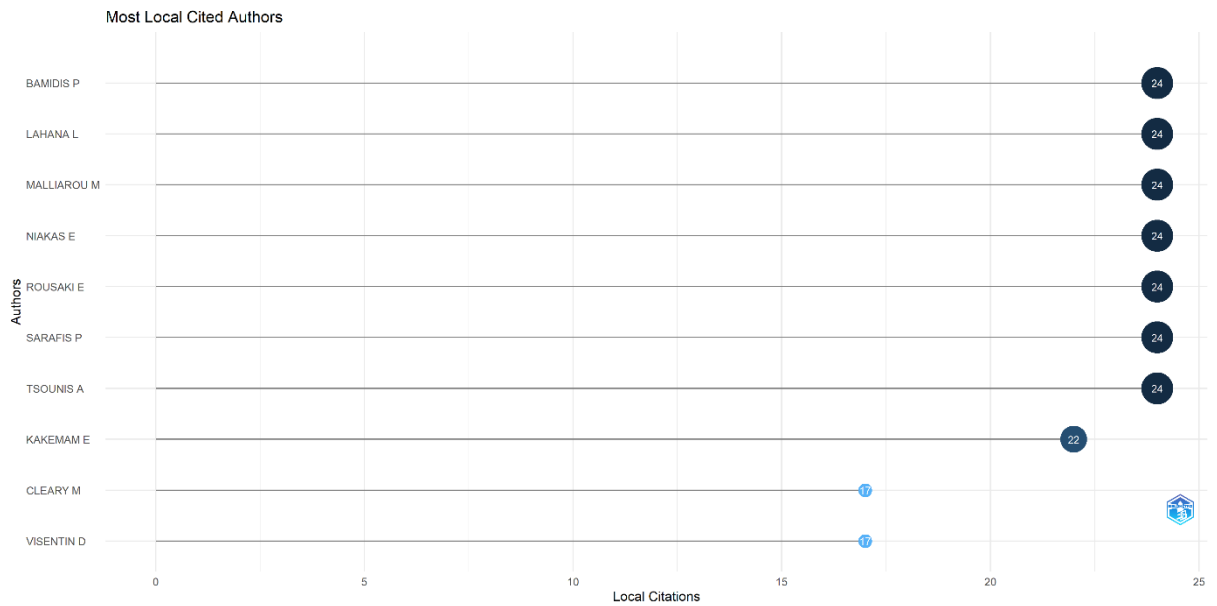
Tablo 1. 2015-2024 yılları arasında hemşirelik alanında iş stresine yönelik yapılmış çalışmalara ait genel bilgiler

Veriler konusunda genel bilgiler	Bulgular
Zaman aralığı	2015-2024
Kaynaklar (Dergiler, Kitaplar vb.)	110
Makale	427
Döküman başına ortalama atıf sayısı	16.74
Kaynak sayısı	14179
Anahtar kelimeler plus (ID)	668
Yazarların kullandığı anahtar kelime (DE)	993
Yazarlar	1606
Tek yazarlı dokümanların yüzdesi	21
Uluslararası yazar iş birliği yüzdesi %	17.1

Grafik 1’de 2015-2024 yılları arasında en fazla yayını; Grafik 2’de ise en fazla atfı olan ilk 10 yazar belirlenmiştir. Zhang, Y. (n=12) birinci sırasına en fazla yayını olan yazar iken; Bamdis P. (n=24) en fazla atfı alan yazar olarak belirlenmiştir (Grafik 1, 2).

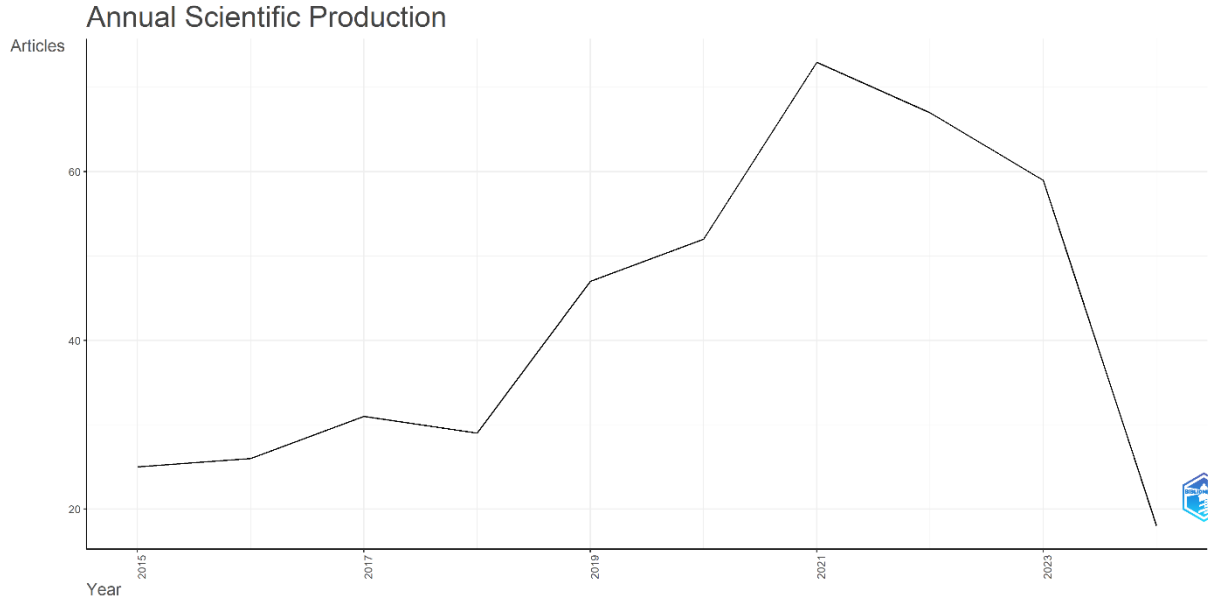


Grafik 1. Hemşirelikte iş stresi ile ilgili en çok yayını olan yazarlar



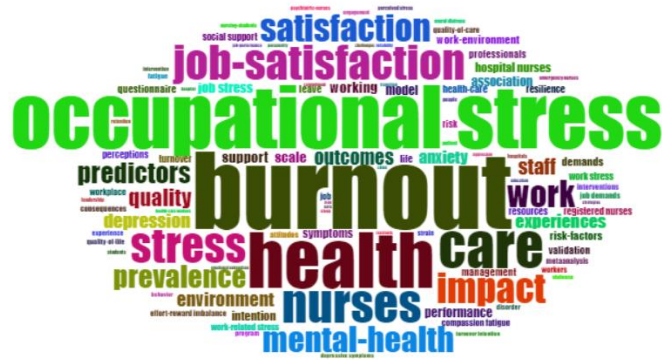
Grafik 2. Hemşirelikte iş stresi ile ilgili en çok atfı olan yazarlar

Analizi yapılan makalelerin yayımlanma yılları incelendiğinde en çok yayının n=73 2021 yılında, en az n=25 2015 yılında olduğu görüldü. 2016 yılında n=26, 2017 yılında n=31, 2018 yılında n=29, 2019 yılında n=47, 2020 yılında ise n=52 olduğu görüldü (Grafik 3).



Grafik 3. Makalelerin yayın yıllarına göre dağılımları

Yazarların kullandığı anahtar kelimelerin kelime bulutu incelendiğinde en çok “occupational stress (iş stresi)” anahtar kelimesinin kullanıldığı görüldü. Sonuçlara göre “occupational stress (iş stresi)” anahtar kelimesinin tüm anahtar kelimelerin (n:128) %13’ünü oluşturduğu görüldü. İkinci ve üçüncü sırada en çok kullanılan anahtar kelimelerin ise “nurses (hemşireler)” (n:110) %11, “stress (stres)” (n:70) %7, “burnout (tükenmişlik sendromu)” (n:66) %7 olduğu saptandı (Şekil 1).



Şekil 1. Anahtar kelime kelime bulutu

Son on yılda en çok araştırma makalesinin n:41 “Journal of Nursing Management” dergisinde yayımlandığı görüldü. İkinci sırada n:30 araştırma makalesi ile “Journal of Advanced Nursing” dergisi, üçüncü sırada ise n=26 araştırma makalesi ile “Clinical Nursing” olduğu görüldü (Grafik 4).

Tablo 2. En çok yayın yapılan ilk beş dergi ve yayın, yıl ve atıf sayısı

Yıl, Dergi	Yayın Başlığı	Atıflar
2020, J NURS MANAG	Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic ⁷	547
2021, INT J NURS STUD	Editor's Choice: Influenza vaccine uptake, COVID-19 vaccination intention and vaccine hesitancy among nurses: A survey ⁸	399
2020, J CLIN NURS	Psychological impact of COVID-19 outbreak on frontline nurses: A cross-sectional survey study ⁹	177
2016, BMC NURS	The impact of occupational stress on nurses' caring behaviors and their health related quality of life ¹⁰	172
2015, J NURS MANAG	Causes and consequences of occupational stress in emergency nurses, a longitudinal study ¹¹	153

Yapılan analiz sonuçlarına göre WoS veri tabanında en çok atıf alan ilk beş makaleye ait veriler yıl, dergi ve konu başlığı olarak incelendi. En çok 547 atıf alan makalenin 2020 yılında yayımlandığı ve konu başlığının “Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic” olduğu görüldü. Sırasıyla atıf sayıları incelendiğinde makalelerin ikinci ve üçüncü olarak en çok 399 ve 177 atıf aldığı görüldü (Tablo 2).

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada, hemşirelik alanında yapılan iş stresine yönelik çalışmalarla ilgili yayımlanan 427 çalışmanın RStudio programı kullanılarak bibliyometrik analizi gerçekleştirilmiş ve alanla ilgili önemli makaleler, etkili yazarlar, güncel araştırma konuları, gelişen eğilimler tespit edilmiştir. Literatürde, hemşirelik alanında iş stresine yönelik yer alan çalışmaların eğilimlerinin belirlendiği, iş birlikleri ve son gelişmelerin görselleştirildiği bir çalışmaya rastlanmaması bu çalışmanın özgün değerini ortaya çıkarmaktadır. Bu araştırmanın, literatürde boşluklar hakkında önemli bilgiler sunacağı ve gelecekteki eğilimlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre hemşirelik alanında iş stresine yönelik yayımlanan çalışmaların sayısının yıllar içinde arttığı görülmektedir. Alana yönelik yayın sayısının artması, konuya ilişkin bilimsel üretkenliğin önemli göstergelerindedir. Hemşirelik mesleği çalışma şartlarının yoğun olması, kapalı bir iş ortamını, zaman baskısını, ani ortaya çıkan ve kritik müdahaleler, istenmeyen görüntü ve seslerin olduğu uzun çalışma saatlerini kapsar ve bu sebeplerden dolayı fazlasıyla iş stresi yaşamaktadırlar¹². Bu doğrultuda yayınların yıllara oranla artmasının sebeplerinden olduğu düşünülmektedir. Bibliyometrik analize dâhil edilen 427 çalışma 110 farklı dergide yayımlanmıştır. En fazla yayın “Journal of Nursing Management”de yayımlanmıştır. Bu dergiyi sırasıyla “Journal of Advanced Nursing, Clinical Nursing, BMC Nursing, Nursing Management” takip etmektedir. Bu 5 derginin son 10 yılda hemşirelik alanından iş stresine yönelik en çok yayın kabul eden dergi olduğu söylenebilir.

5.SONUÇ

Bu çalışmada hemşirelik alanında yapılan iş stresine yönelik makaleleri; bibliyometrik analiz yöntemiyle genel bilgiler, yıllık bilimsel üretim, kelime bulutu, en ilgili kaynaklar, en çok atıf alan yayınlar, en çok yayın ve atıf alan yazarlar bölümlerinde incelenmiş, ilgili alanlarda bilgiler sunulmuştur. Çalışmada değerlendirilen yayınlar son on yıl ile sınırlandırılmış ve sadece WoS veri tabanında tarama yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre hemşirelik alanında iş stresine yönelik yapılan çalışmaların büyüme hızının yüksek olduğu, özellikle 2016 yılından sonra çalışmalarda artış olduğu

görülmektedir. Konu ile ilgili Türkiye’de yapılmış olan WoS veri tabanında yer alan sınırlı sayıda çalışma olduğu görüldü. Konu ile ilgili çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Tekir Ö, Çevik C, Selma A, Çetin G. Sağlık Çalışanlarının Tükenmişlik, İş Doyumu Düzeyleri ve Yaşam Doyumunun İncelenmesi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2016;18:51-63.
2. Büyükaslan H, Hüseyin E. Acil servis çalışanlarının iş stresi ve tükenmişlik düzeylerinin iş doyumları üzerine etkisi. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2019;16: 290-4.
3. Durmuş M, Gerçek A, Çiftci N. Hemşirelerin yaşam kaliteleri ile tükenmişlik düzeylerinin değerlendirilmesine yönelik bir araştırma. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 2018;6:279-86.
4. Kahraman G. Yoğun bakım hemşirelerinin iş doyumları ve etkileyen faktörler. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi 2011;4:12-8.
5. Kavlu İ, Pınar R. Acil servislerde çalışan hemşirelerin tükenmişlik ve iş doyumlarının yaşam kalitesine etkisi. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences.2009;29 (6):1543-55.
6. Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim WM. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of Business Research. 2021;133:285-96.
7. Mo, Y., Deng, L., Zhang, L., Lang, Q., Liao, C., Wang, N., ... & Huang, H. (2020). Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic. *Journal of nursing management*, 28(5), 1002-1009.
8. Kwok, K. O., Li, K. K., Wei, W. I., Tang, A., Wong, S. Y. S., & Lee, S. S. (2021). Influenza vaccine uptake, COVID-19 vaccination intention and vaccine hesitancy among nurses: A survey. *International journal of nursing studies*, 114, 103854.
9. Nie, A., Su, X., Zhang, S., Guan, W., & Li, J. (2020). Psychological impact of COVID-19 outbreak on frontline nurses: A cross-sectional survey study. *Journal of clinical nursing*, 29(21-22), 4217-4226.
10. Sarafis, P., Rousaki, E., Tsounis, A., Malliarou, M., Lahana, L., Bamidis, P., ... & Papastavrou, E. (2016). The impact of occupational stress on nurses' caring behaviors and their health related quality of life. *BMC nursing*, 15, 1-9.
11. Adriaenssens, J., De Gucht, V., & Maes, S. (2015). Causes and consequences of occupational stress in emergency nurses, a longitudinal study. *Journal of nursing management*, 23(3), 346-358.
12. Kane, P.P. (2009). Stres causing psychosomatic illness among nurses. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 13(1), 28-32

**İTERPOLYASIYA ÇOXHƏDLİSİNİN ƏDƏDİ DİFERENSİALLANMASI VƏ
İNTEQRALLANMASI**

Mehman RƏSULOĞ

Riyaziyyat Kafedrasının Dosenti Mingəçevir Dövlət Universiteti / Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0000-3079-1163

Sahib MUSTAFAYEV

Riyaziyyat Kafedrasının Dosenti Mingəçevir Dövlət Universiteti / Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0004-7440-6625

Mingəçevir Dövlət Universiteti

XÜLASƏ

Bu məqalədə Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin və onun törəmələrinin bir neçə ifadəsi verilir. Qeyd edilir ki, eyni düyün nöqtələri üçün yazılmış Laqranj və Nyuton interpolyasiya çoxhədliləri üst – üstə düşür. Göstərilir ki, Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin k ($k=0, 1, 2, 3, \dots$) tərtibli törəmələrini, habelə müəyyən və qeyri-müəyyən inteqrallarını determinantlarla ifadə etmək mümkündür. Ədədi diferensiallama və inteqrallama üçün eyni bir determinantın birinci sətir elementlərinin yerində onların uyğun diferensiallarını və inteqrallarını yazmaq kifayətdir. Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin birinci inteqralı üçün tapılmış funksiyanı adi qaydada (analitik şəkildə) yenə də inteqrallamaq olar. Determinantlar elə şəkildə yazılıb ki, onlardan biri digərinin bir elementinin cəbri tamamlayıcısıdır, yəni diferensiallama və inteqrallama üçün bir dənə determinant tərtib etmək kifayətdir. Excelin avtodoldurma imkanında istifadə etdikdə lazım olan determinantı da tərtib etmək asanlaşır. Əgər məsələnin qoyuluşunda düyün nöqtələrinin sayı artırılsa, onda əvvəlki determinantda yeni sətir və sütunu uyğun şəkildə yazmaq lazımdır, əvvəlki determinantı dəyişməyə ehtiyac yoxdur. Düyün nöqtələri arasında nizam tələb olunmur, onlar cüt – cüt fərqli olmalıdır. Nəzəri əsaslandırmanı gücləndirmək üçün eyni teorem iki üsulla isbat edilmişdir. İnterpolyasiya çoxhədlisinin determinantla ifadəsindən istifadə etməklə uyğun çoxhədlinin dərəcəsini asanlıqla müəyyən etmək, habelə çoxhədlinin standart formasını yazmaq mümkündür.

Açar sözlər: Laqranj, interpolyasiya çoxhədlisi, determinant.

ABSTRACT

This article presents various expressions for the Lagrange interpolation polynomial and its derivatives. It is observed that the Lagrange and Newton interpolation polynomials, when written for the same nodal points, coincide. The article demonstrates that it is possible to express the ordered derivatives of the Lagrange interpolation polynomial, denoted as k ($k=0, 1, 2, 3, \dots$), along with definite and indefinite integrals using determinants. In order to perform numerical differentiation and integration, one can substitute the corresponding differentials and integrals in place of the first row elements of the same determinant. The integral of the Lagrange interpolation polynomial can be further integrated analytically using conventional methods. The determinants are formulated in such a way that one serves as the algebraic complement of an element in the other determinant. Thus, it suffices to construct a single determinant for both differentiation and integration purposes. By utilizing Excel's autofill feature, the process of creating the required determinant becomes easier. If the number of nodal points in the problem statement increases, one simply needs to add a new row and column to the

existing determinant, without modifying the previous one. The order of the nodal points is not significant; they just need to be distinct pairs. To enhance the theoretical justification, the same theorem is proven using two different approaches. By employing the expression of the interpolation polynomial with determinants, it is convenient to determine the degree of the polynomial and write it in standard form.

Key words: Lagrangian, interpolation polynomial, determinant.

GİRİŞ

Cədvəl ilə verilmiş funksiyanı çoxhədli şəkildə ifadə etmək və həmin çoxhədlinin ədədi diferensiaslanması üçün bir neçə üsul vardır (Laqranj, Nyuton, Bessel, Stirlinq və s.). Göstərmək olur ki, interpolasiya çoxhədlisini determinantlarla ifadə etmək mümkündür. Bu halda çoxhədlinin diferensiaslanması və inteqrallanması sadələşir. Excel –in riyaziyyat kateqoriyasındakı Mdeterm (МОИРЕД) funksiyasından istifadə etməklə hesablamaları asanlıqla icra etmək olur.

Fərz edək ki, $y = f(x)$ funksiyası cədvəl şəkildə verilib:

X	x_0	x_1	x_2	\dots	x_n
Y	y_0	y_1	y_2	\dots	y_n

başqa sözlə,

$$y(x_i) = y_i, \quad i = \overline{0, n} \quad (x_i \neq x_j) \quad (1)$$

şərtləri ödəyir.

Bu funksiya üçün Laqranj interpolasiya çoxhədlişi aşağıdakı kimidir [2, səh. 14; 5, səh. 8; 6, səh. 259] :

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} y_i. \quad (2)$$

Nyuton interpolasiya çoxhədlişi isə

$$N_n(x) = y_0 + (x-x_0) \frac{\Delta y_0}{h} + \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{h^2} \cdot \frac{\Delta^2 y_0}{2!} + \dots + \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{n-1})}{h^n} \cdot \frac{\Delta^n y_0}{n!} \quad (3)$$

şəkildə yazılır, burada

$$\Delta^k y_{i-1} = \Delta^{k-1} y_i - \Delta^{k-1} y_{i-1} \quad (i = 1, 2, \dots, n), (k = 2, 3, \dots)$$

ifadələri k tərtibli sonlu fərqlərdir, $h = x_i - x_{i-1} = \text{const}$ ($i = 1, 2, \dots, n$); $\Delta y_0 = y_1 - y_0$.

$\frac{x-x_0}{h} = u$ əvəzləməsi qəbul etsək, onda Nyutonun I interpolasiya çoxhədlişi aşağıdakı kimi olur:

$$N_n = y_0 + u\Delta y_0 + \frac{u(u-1)}{2!}\Delta^2 y_0 + \dots + \frac{u(u-1)(u-2)\dots(u-n+1)}{n!}\Delta^n y_0. \quad (4)$$

Eyni düyün nöqtələri üçün yazılmış Laqranj və Nyuton interpolyasiya çoxhədliləri üst – üstə düşür, bu məqsədlə aşağıdakı teoremdən istifadə etmək olar [7, səh. 158].

Teorem1. n – dən çox sayda nöqtədə eyni qiymətlər alan $m < n$ dərəcəli iki çoxhədliləri üst – üstə düşür.

Qeyd1. Praktiki işlərdə Nyuton düsturu çox münasibdir. Əgər cədvələ k sayda yeni düyün nöqtəsi əlavə etsək, onda Nyuton düsturunda əlavə k sayda toplananı uyğun şəkildə yazmalıyıq, Laqranj düsturunda isə hesablamaları yenidən başlamaq lazım gəlir.

Qeyd2. İnterpolyasiya çoxhədlisi üçün digər ifadələr də vardır (Stirlinq, Bessel, Qauss) [2, səh. 23; 6, səh. 273].

Nyuton düsturu əsasında ədədi diferensiallama aşağıdakı kimidir [6, səh. 287]:

$$y' = \frac{1}{h} \left[\Delta y_0 + \frac{2u-1}{2!}\Delta^2 y_0 + \frac{3u^2-6u+2}{3!}\Delta^3 y_0 + \frac{4u^3-18u+22u-6}{4!}\Delta^4 y_0 + \frac{5u^4-40u^3+105u^2-100u+24}{5!}\Delta^5 y_0 + \frac{6u^5-75u^4+340u^3-675u^2+548u-120}{6!}\Delta^6 y_0 + \dots \right].$$

Qeyd3. Nyuton, Bessel və Stirlinq düsturları əsasında 2,3,4,5,6 –cı tərtibdən törəmələri də yazmaq mümkündür [6, səh. 291].

İNTERPOLYASIYA ÇOXHƏDLİSİNİN DETERMİNANTLARLA İFADƏSİ

Teorem2. İnterpolyasiya çoxhədlisini aşağıdakı kimi yazmaq olar [3, səh. 146; 4, səh. 254]:

$$L_n(x) = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}, \quad (5)$$

burada A_{11} sağ tərəfdəki determinantda birinci sətirlə birinci sütunun kəsişməsində yerləşən elementin (sıfırın) cəbri tamamlayıcılarıdır:

$$A_{11} = \begin{vmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}.$$

Bu determinant Vandermond determinantıdır: $A_{11} \neq 0$ [1, səh. 155].

İsbatı. I üsul. (1) şərtlərinin hər birini yoxlayaq, məsələn, $x = x_0$ olsa,

$$L_n(x_0) = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}$$

olar, burada birinci sətiri (-1) -ə vurub ikinci sətirin uyğun elementləri üzərinə əlavə etsək,

$$L_n(x_0) = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = \frac{y_0}{A_{11}} \begin{vmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = y_0$$

olar; (1) şərtlərinin digərləri də analogi qaydada yoxlanıla bilər.

II üsul. (1) sərhədlərini ödəyən $y(x)$ çoxhədlisi üçün aşağıdakı bərabərlik doğrudur [1, səh. 493]:

$$\begin{vmatrix} y(x) & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = 0, (*)$$

buradan yazıla bilər:

$$\begin{vmatrix} y(x) & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = 0.$$

$$y(x) \cdot A_{11} = - \begin{vmatrix} 0 & 1 & x & x^2 & \dots & x^n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = 0.$$

Buradan da (5) düsturunu almırı. Teorem2 isbat olundu.

Onu da qeyd etmək ki, (5) çoxhədlisinin dərəcəsi $n - 1$ -dən çox deyil, (1) şərtinə görə, bu çoxhədlinin qrafiki əvvəlcədən verilmiş $(n+1)$ sayda nöqtədən keçir. Teorem1 -ə görə, (5) çoxhədlisi yeganədir.

Qeyd4. İsbat etmək olar ki, (*) düsturundan (2) interpolasiya çoxhədlisi alınır [1, səh. 493].

ÇOXHƏDLİNİN ƏDƏDİ DİFERENSİALLANMASI VƏ İNTEQRALLANMASI

Teorem3. İnterpolyasiya çoxhədlisinin diferensialı üçün aşağıdakı bərabərlik doğrudur [4, səh. 255] :

$$(L_n(x))^{(k)} = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & 1^{(k)} & x^{(k)} & (x^2)^{(k)} & \dots & (x^n)^{(k)} \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (6)$$

İsbatı. (5) –in sağ tərəfindəki determinant üçün Laplas teoremini tətbiq edək:

$$L_n(x) = \frac{-1}{A_{11}} \sum_{i=2}^{n+2} A_{1i} x^{i-2}, \quad (7)$$

burada A_{1i} ilə ($i = 2, \dots, n+2$) (5) determinantının birinci sətir elementlərinin cəbri tamamlayıcıları işarə edilib.

(7) –nin hər iki tərəfini diferensiallayaq:

$$(L_n(x))^{(k)} = \frac{-1}{A_{11}} \sum_{i=2}^{n+2} A_{1i} (x^{i-2})^{(k)}. \quad (8)$$

(6) bərabərliyinin sağ tərəfindəki determinant üçün də Laplas teoremini tətbiq etsək, (8) münasibətini alarıq. Teorem isbat olundu.

(5)-dən istifadə edərək interpolyasiya çoxhədlisinin qeyri –müəyyən və müəyyən inteqrallarını yaza bilərik:

$$\int L_n(x) dx = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & b_0(x) & b_1(x) & b_2(x) & \dots & b_n(x) \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix} = g_1(x), \quad b_i(x) = \int x^i dx; \quad i = 0, 1, \dots, n; \quad (9)$$

$$\int_a^b L_n(x) dx = \frac{-1}{A_{11}} \begin{vmatrix} 0 & c_0 & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ y_0 & 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ y_1 & 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n & 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{vmatrix}; \quad c_i = \int_a^b x^i dx; \quad i = 0, 1, \dots, n; \quad (10)$$

burada $a = \min \{x_0, x_1, \dots, x_n\}$, $b = \max \{x_0, x_1, \dots, x_n\}$.

(9) münasibətində nəzərdə tutulur ki, qeyri – müəyyən inteqrallar hesablandıqda inteqral sabiti $c = 0$ qəbul edilir, ən axırda $\int L_n(x) dx = g_1(x) + C$ yazmaq olar, $g_1(x)$ funksiyasının inteqralı isə adi qaydada hesablanır.

Qeyd5. (5) düsturundan istifadə etməyin başqa əhəmiyyətləri də vardır. Cədvələ yeni düyün nöqtələri əlavə etdikdə (5) –in sağ tərəfindəki determinantında uyğun qaydada yeni sətir və sütunları yazmaq lazımdır, əvvəlki nöqtələrin nizamını dəyişməyə ehtiyac qalmır.

Qeyd6. (5) –in sağ tərəfindəki çoxhədlini standart şəkildə (qüvvət sırası kimi) ifadə etmək üçün iki üsuldan istifadə etmək olar.

a) $x = x^* \neq x_i$ ($i = 0, 1, \dots, n$) qəbul edilib, (5) –in sağ tərəfindəki determinantında uyğun matrisin tərsini tapmaq, həmin tərs matrisin birinci sütun elementlərindən istifadə etmək;

b) (5) determinantının birinci sətir elementlərinin (x^i -in; $i = \overline{0, n}$) cəbri tamamlayıcını tapmaq üçün uyğun elementin yerində 1, qalan elementlərin (birinci sətir üzrə) yerində sıfır yazıb, uyğun determinantı hesablamaq. Bu məqsədlə tətbiqi proqramlardan (EXCEL və s.) istifadə etmək əlverişlidir.

Qeyd7. (5) düsturundan istifadə edərək (2) Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin dərəcəsini asanlıqla müəyyən etmək olur. Əgər (5) düsturunda x^n -in cəbri tamamlayıcısı sıfıra bərabərdirsə, onda (5) çoxhədlisinin dərəcəsi n –dən kiçikdir, x^{n-1} - in cəbri tamamlayıcısını hesablamaq lazımdır və s.

NƏTİCƏ

İnterpolyasiya çoxhədlisini determinantlarla ifadə etmək mümkündür. Lazım gələndə iki determinantdan biri digərinin bir elementinin cəbri tamamlayıcısıdır. Bu halda həm hesablama işləri, həm də diferensiallama və inteqrallama asanlaşır. Çoxhədlini və onun diferensialını, həm də qeyri - müəyyən inteqralını qüvvət sırası şəklində (standart formada) yazmaq mümkündür. Yeni düyün nöqtələri qəbul etdikdə hesablamanı başdan başlamağa zərurət olmur. Düyün nöqtələri arasında nizam (sıra) tələb edilmir. Çoxhədlinin dərəcəsini müəyyən etmək asanlaşır. Məsələnin qoyuluşunda zəruri olan düyün nöqtələrinin sayını bilmək asanlaşır. İnterpolyasiya çoxhədlisinin yüksək tərtibli tötəmələrini tapmaq və çoxhədlini dalbadal (təkrar) inteqrallamaq sadələşir. EXCEL-in riyaziyyat kateqoriyasındakı MDETERM (МОПРЕД) funksiyasından səmərəli istifadə etmək olur.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Əkbərov M.S. Cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi. Bakı, Nurlar, 2005, 896 s.
2. Məmmədov Y.C. Təqribi hesablama üsulları. Bakı, Maarif, 1986, 264 s.
3. 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.
4. M.B.Rəsulov. Laqranj interpolyasiya çoxhədlisinin yüksək tərtibli tötəmələrinin determinantlarla ifadə olunması. Qlobal Tendensiyalar və Müasir Azərbaycan Respublika elmi konfransının materialları. MDU. Mingəçevir – 2018, səh. 253-256.
5. 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, 35 стр.
6. Кальницкий Л.А., Добротин Д.А., Жевержеев В.Ф., Специальный курс высшей математики для втузов. М., Высшая школа, 1976, 389 стр.
7. Курош А.Г., Курс высшей алгебры, М., Наука, 1963, 432 стр.

**İNSÜLİN TEDAVİSİ ALAN TİP 1 VE TİP 2 DİYABET TANILI BİREYLERDE
SOSYODEMOGRAFİK DEĞİŞKENLERİN HASTALIĞI YÖNETİM BECERİLERİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**EFFECT OF VARIABLES OF SOCIODEMOGRAPHIC ON DISEASE MANAGEMENT
SKILLS ON INDIVIDUALS WITH TYPE 1 AND TYPE 2 DIABETES RECEIVING INSULIN
THERAPY**

Gönül DÜZGÜN

Dr.Öğr.Üyesi, İzmir Tınaztepe Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İlk ve Acil Yardım Programı, İzmir, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3584-8354>

Gökşen POLAT

Dr.Öğr.Üyesi, İzmir Tınaztepe Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İlk ve Acil Yardım Programı, İzmir, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9575-2325>

Elif ÜNSAL AVDAL

Prof.Dr. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İzmir, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-0882>

Funda SOFULU

Dr.Öğr.Üyesi İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, İzmir, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1252-8158>

ÖZET

Giriş: Tip 1 ve Tip 2 diyabet tanılı bireylerde hastalık yönetim becerilerinin başında özbakım ve özyönetim becerileri gelmektedir. Özbakımını iyi tanımlayan diyabetli bir birey özyönetim becerisi yanında hastalık yönetim becerilerini de istendik düzeye yükseltmiş olacaktır. Araştırmanın amacı; insülin tedavisi alan Tip 1 ve Tip 2 diyabet tanılı bireylerin sosyodemografik özelliklerine göre özyönetim becerilerinin değerlendirilmesidir.

Yöntem: Araştırma prospektif analitik bir çalışmadır. Araştırma kapsamına İzmir’de bir üniversite hastanesinin diyabet polikliniğine bir ayda başvuran 913 Tip 1 ve Tip 2 diyabet tanılı birey alınmıştır. Araştırma verileri Diyabetli Hasta Tanılama Formu ve Diyabet Özyönetim Beceri Formuna, araştırmacılar tarafından yüz yüze görüşme yöntemi ile toplanmıştır.

Bulgular: Hastaların %99,8’i en az bir kez diyabet eğitimi almıştır. Araştırmaya alınan bireylerin %60,8’i hiç hipoglisemi yaşamadığını belirtmiştir. Diyabet tanılı bireylerin diyabet özyönetim becerileri ve kendi kendine insülin yapma becerileri incelendiğinde; tıbbi beslenme tedavisi, egzersiz ve tedavi yönetimi, kronik komplikasyonların farkına varma, diyabetik ayakta bakım davranışları alt boyutlarında tanı değişkeni kategorileri arasında istatistik olarak anlamlı fark bulunmuştur. Diyabet tanılı bireylerin eğitim alma şekilleri, kan şekeri kontrol sıklığı ve hipoglisemi yaşama sıklığı ile diyabet özyönetim becerileri alt boyutları ile kendi kendine insülin yapma becerisi arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Sonuç: Diyabet tanılı bireylere verilen diyabet eğitimleri özyönetim becerilerini geliştirmelerine katkı sunmaktadır. Bireylerin özyönetim becerilerini birden çok faktör etkileyebilmektedir. Diyabet tanılı bireylerin diyabet ile ilgili aldıkları eğitim sayısı, eğitim alma şekli, tedavi şekilleri, eğitim seviyesi

artıkça özyönetim becerileri ve kendi kendine insülin yapma becerileri artmaktadır. Tip 1 ve Tip 2 diyabet hastalarının yakından takip edilerek eğitim ihtiyaçları, çeşitliliği ve uygulama şekilleri düzeltilebilirse hastalık yönetimi iyileşecektir. Özellikle insülin uygulama hatalarına bağlı gelişebilecek komplikasyonlar önlenir.

Anahtar Kelimeler: Diyabet, özyönetim, hipoglisemi

ABSTRACT

Introduction: Self-care and self-management skills are at the forefront of disease management skills in individuals with Type 1 and Type 2 diabetes. An individual with diabetes who defines his/her self-care well will have increased his/her disease management skills as well as self-management skills to the desired level. The aim of this study is to evaluate the self-management skills of individuals with Type 1 and Type 2 diabetes receiving insulin therapy according to their sociodemographic characteristics.

Method: The research is a prospective analytical study. Within the scope of the study, 913 individuals with Type 1 and Type 2 diabetes who applied to the diabetes polyclinic of a university hospital in Izmir in a month were included. The researchers collected the data through face-to-face interviews into Diabetes Patient Diagnosis Form and Diabetes Self-Management Skill Form.

Results: In study 99.8% of the patients received diabetes education at least once and 60.8% of the individuals had never experienced hypoglycemia. When the diabetes self-management skills and self-insulin making skills of individuals with diabetes are examined; A statistically significant difference was found between the diagnostic variable categories in the sub-dimensions of medical nutrition therapy, exercise and treatment management, awareness of chronic complications, and diabetic outpatient care behaviors. It was determined that there was a significant difference between the education styles of individuals with diabetes, the frequency of blood sugar control and the frequency of hypoglycemia, and the sub-dimensions of diabetes self-management skills and the ability to make insulin on their own ($p<0.001$).

Conclusion: Diabetes education given to individuals with diabetes contributes to their development of self-management skills. Multiple factors can affect individuals' self-management skills. As the number of educations, type of education, treatment methods, and education level of individuals with diabetes increase, their self-management skills and self-insulin making skills increase. If type 1 and type 2 diabetes patients can be followed closely and their training needs, diversity and application methods can be corrected, disease management will improve. Complications that may develop due to insulin application errors can be prevented.

Keywords: Diabetes, self-management, hypoglycemia

**YARI EMPEDANS KAYNAK EVİRİCİ TABANLI PV-BATARYA DESTEKLİ EVSEL BİR
NANO-ŞEBEKE**

**A QUASI IMPEDANCE SOURCE INVERTER BASED PV-BATTERY ASSISTED
RESIDENTIAL NANO-GRID**

Melike ESEN GÜNGÖR

Ar. Gör. Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Elazığ, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/000-0002-2404-533X>

Mehmet ÖZDEMİR

Doç. Dr.Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Elazığ, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1178-060X>

ÖZET

Günümüzde, artan elektrik ihtiyacını karşılamak için geleneksel şebeke yapılarına ek olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından beslenen mikro ve nano şebeke yapıları güçlü alternatifler olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, güneş enerjisinden elde edilen DA gerilimi evsel yükleri beslemek için uygun genlik ve frekanstaki AA gerilime dönüştüren alternatif bir yapı tasarlanmıştır.

Önerilen sistemde, fotovoltaik panellerden elde edilen DA gerilim, bir DA-DA yükselten dönüştürücü vasıtasıyla bir DA bara gerilimine yükseltilmiştir. Aynı zamanda bu dönüştürücü ile maksimum güç takibi yapılarak fotovoltaik panellerden elde edilen verimin artırılması hedeflenmiştir. Sistemin çevresel koşullardan bağımsız olması ve enerji ihtiyacının kesintisiz sağlanması için DA baraya bir çift yönlü düşüren-yükselten dönüştürücü vasıtası ile lityum-iyon akü grubu bağlanmıştır. Böylelikle fotovoltaik panellerden yeterli enerji sağlandığında, yükler fotovoltaik paneller aracılığıyla beslenir ve aküler şarj edilir. Güneş enerjisi yetersiz olduğunda ise yükler akü grubu aracılığıyla beslenmektedir. DA bara gerilimi, tek fazlı yarı anahtarlamalı yükselten evirici devresi kullanılarak 220 V, 50 Hz değerinde bir AA gerilim elde edilmiştir.

Geleneksel gerilim kaynaklı evirici devrelerinde AA çıkış gerilimi, giriş gerilimine göre daha düşüktür. Bu durumda yükün ihtiyaç duyduğu gerilim değerini elde etmek için evirici çıkışında bir yükselten transformatör gereklidir. Ayrıca, eviricinin bir bacağındaki iki anahtarın aynı anda ilettime geçmesi ile oluşan kısa devre anahtarlama durumunun engellenmesi için ölü zaman devrelerine ihtiyaç duyulur. Ancak, sistemde önerilen eviricide, kısa devre anahtarlama zaman aralığına (d) bağlı olarak çıkış gerilimi istenen seviyeye yükseltilmektedir. Bu durum ölü zaman devrelerine ve evirici çıkışına yer alan transformatöre olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır.

Bu üstünlükler sayesinde evsel yükler için geleneksel nano-şebekelere kıyasla çok daha kompakt ve güvenli bir sistem tasarımı hedeflenmektedir. Bu çalışmada önerilen sistemin MATLAB/Simulink'te benzetim çalışması yapılarak elde edilen sonuçlar detaylıca analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Fotovoltaik Panel, Nano-şebekeler, Yarı Anahtarlamalı Yükselten Evirici, Maksimum Güç Noktası Takibi.

ABSTRACT

Today, microgrids and nanogrids powered by renewable energy sources have emerged as robust alternatives to conventional grid structures in meeting the rising demand for electricity.

In this study, a distinct system has been proposed to convert the direct current (DC) voltage obtained from solar energy into an alternating current (AC) voltage at appropriate magnitude and frequency to residential loads.

In the proposed system, the DC voltage obtained from photovoltaic panels is increased to a DC bus voltage through a DC-DC boost converter. Additionally, the converter aims to enhance the efficiency of the energy obtained from photovoltaic panels by implementing maximum power point tracking.

To ensure the system's resilience to environmental variations and continuous energy provision, a bidirectional buck-boost converter is connected to the DC bus in conjunction with a lithium-ion battery. As a result, when there is abundant solar energy, the loads receive direct power from the photovoltaic panels, while simultaneously charging the battery. Conversely, when solar energy is insufficient, the loads are supported by the battery. The increased DC bus voltage is then transformed into 220 V, 50 Hz AC voltage using a single-phase quasi-switched boost inverter circuit.

In traditional voltage source inverter circuits, the AC output voltage is lower than the input voltage. In this case, to obtain the voltage level required by the load, a step-up transformer is necessary at the inverter output. Additionally, the dead-time circuits are required to prevent short-circuit switching conditions caused by simultaneous conduction of two switches in one leg of the inverter. However, in the proposed inverter system, the output voltage is raised to the desired level based on the duty cycle (d) associated with the short-circuit switching time interval. As a result, the need for dead-time circuits and the step-up transformer at the inverter output is eliminated. Accordingly, a significantly more compact and reliable system design is targeted for residential loads compared to conventional nano-grids. In this study, a comprehensive analysis of the results obtained through simulation carried out in MATLAB/Simulink for the proposed system has been conducted.

Keywords: Solar Energy, Photovoltaic panel, Nano-grids, Quasi Switched Boost Inverter, Maximum Power Point Tracking.

**BİR DEVRE KARTI ÜZERİNDEKİ ELEKTRONİK GÜÇ ELEMANLARININ ISIL
PERFORMANSININ HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ KULLANILARAK
İYİLEŞTİRİLMESİ**

**IMPROVEMENT OF THE THERMAL PERFORMANCE OF ELECTRONIC POWER
ELEMENTS ON A CIRCUIT BOARD USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS**

Osman Bedrettin KARATAŞ

*Araş. Gör.Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Makine Mühendisliği, Bursa, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4468-8778>

Kemal Furkan SÖKMEN

*Doç. Dr.Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Makine Mühendisliği, Bursa, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8647-4861>

ÖZET

Elektronik güç elemanlarının çalışma ömürleri yüksek sıcaklıklar altında olumsuz etkilenmektedir. Kapalı bir hacim içerisindeki elektronik devre elemanları çalışmaları sırasında ürettikleri ısı ile yüksek yüzey sıcaklıklarına ulaşmaktadır. Üretilen ısı ile yükselen sıcaklıklara çözüm olarak, pasif soğutma sistemi olan kanatçık ve aktif soğutma sistemi olan fan eklenmesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, baskılı bir devre kartı üzerindeki elektronik güç elemanlarının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yazılımı ile ısı performansına odaklanmıştır. Bir kasa içerisinde bulunan baskılı devre kartı üzerinde 4 adet yonga, 2 adet büyük kapasitör, 8 adet küçük kapasitör ve transformatör gibi devre elemanları bulunmaktadır ve her bir birim için sırasıyla 10 W, 1.6 W, 0.6 W ve 2.4 W olarak ısı güç tanımlaması yapılmıştır. Herhangi bir soğutma sistemi olmadan yapılan ısı analiz sonuçlarında, malzemenin üst sınır sıcaklıklarını aştığı tespit edilmiştir. Özellikle yonga üzerinde oluşan yüksek sıcaklıklar, malzemenin erimesine yol açabildiği için ısı transferini iyileştirmek adına fan eklenmesi, kanatçık eklenmesi ve paket kanal yapılarının değiştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmış ve optimum sonuçlar elde edilmiştir. Her bir çözüm yöntemi kendi içinde değerlendirilmiş ve farklı parametrelerde analizler yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda meshten bağımsızlık yapılmış ve sonuçların değişmediği eleman sayısı belirlenerek devam eden analizler yapılmıştır. Paket üzerinde farklı yüzeylerden açılan kanal yapılarının ısı transferine etkisi incelenmiş optimum kanal yapısında PCB sıcaklığının orijinal tasarıma göre %9 oranında düştüğü belirlenmiştir. Farklı kanatçık tipleri için yapılan analizlerde en düşük malzeme hacmi için en düşük PCB sıcaklığı elde edilmesi amaçlanmıştır. Optimum kanatçık tasarımında, orijinal kanatçiksiz tasarıma göre PCB sıcaklığı %67 düşmüştür. Farklı fan hızları için de analizler yapılmış ve fan hızının artmasıyla PCB sıcaklığının düştüğü belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektronik Soğutma, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD), Isıl Performans, Kanatçık, PCB.

ABSTRACT

The operational lifespan of electronic power components is adversely affected under high temperatures. During operation, electronic circuit elements within a confined space reach high surface temperatures due to the heat they generate. Common solutions to mitigate these rising temperatures include the incorporation of passive cooling systems, such as heatsinks, and active cooling systems, such as fans. This study focuses on the thermal performance of electronic power components on a printed circuit board (PCB) using Computational Fluid Dynamics (CFD) software. The case study

involves a PCB containing 4 chips, 2 large capacitors, 8 small capacitors, and a transformer, with respective thermal powers of 10 W, 1.6 W, 0.6 W, and 2.4 W. Thermal analysis without any cooling system revealed that the maximum allowable temperatures were exceeded, with particularly high temperatures on the chips posing a risk of material melting. To enhance heat transfer, various strategies were explored, including the addition of fans, implementation of heatsinks, and modification of package channel structures, to achieve optimal results. Each solution was evaluated independently, and analyses were conducted under different parameters. Mesh independence was established to ensure the consistency of results, determining the number of elements for subsequent analyses. The impact of channel structures opened from different surfaces of the package on heat transfer was examined, revealing that the optimum channel structure resulted in a 9% reduction in PCB temperature compared to the original design. Analyses for different heatsink types aimed to achieve the lowest PCB temperature with the minimum material volume. The optimum heatsink design led to a 67% decrease in PCB temperature compared to the original design without heatsinks. Additionally, analyses of varying fan speeds indicated that increasing fan speed reduced PCB temperature.

Keywords: Electronic Cooling, Computational Fluid Dynamics (CFD), Thermal Performance, Heatsink, PCB.

1. GİRİŞ

Elektronik devre elemanlarından oluşan entegre devrelerin enerji yoğunlukları arttıkça ısınma problemleri ortaya çıkmaktadır. Yüksek ısılardan kaynaklı PCB (basılı kartı) üzerindeki devre elemanlarının sıcaklıkları artmaktadır. Bu artış istenmeyen seviyelere ulaştığında malzeme ömrünü azaltmaktadır. Güç artmasıyla beraber oluşan sıcaklık sorunları artmaya başlamıştır [1]. Elektronik soğutma sistemlerinde güç tüketimi, bilgisayarın tüketmiş olduğu elektrik enerjisinin %40'ını oluşturmaktadır. Bu sebeple, soğutma sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmalar önem arz etmektedir [2] Yapılan çalışmalarda ısıl yönetimin yetersizliğinden kaynaklanan sorunların, elektronik devre elemanı üzerinde %55 etkili olduğu belirlenmiştir [3]. Birçok çalışmada devre elemanlarının sıcaklık seviyelerindeki düzensizliğin çalışma performansına ve elemanın kullanım ömrüne olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Elektronik devre elemanlarının bulunduğu baskı devresi için uygun soğutma sisteminin seçilmesi hem ekonomik açıdan hem de kullanım ömrünü uzatmak açısından önemli olacağı vurgusu çalışmalarda yapılmıştır. Elektronik bileşenlerin yüksek sıcaklıklarının düşürülmesi için ısı boruları, mikro kanallar ve mikro akışkanlar gibi birçok yöntem uygulanmaktadır. Ayrıca kanatçık tasarımları ile istenilen ısıl seviyelere gelinmesi de yapılan uygulamalardan biridir. Kanatçık uygulamalarının maliyet, uygulanabilirlik ve güvenilirlik açısından üstün olduğu birçok çalışmada ifade edilmiştir [4–8]. Doğal ve zorlanmış hava ile soğutma yöntemleri mevcuttur. Ancak ısıl performansın artırılması gereken durumlarda kanatçık eklemelerinin yanı sıra fan yardımı ile aktif soğutma sistemleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Uygulanabilirlik ve basit yapısı sebebiyle hava soğutma ilk tercih olmaktadır [9]. Kanat yapılı elemanlar, elektronik bileşenlerin ısı dağıtımında ısı transfer yüzey alanını artırdıkları için ısı transferini arttırmaktadır. Yapılan bir çalışmada ısı transfer performansını artırmak amacıyla kanatçık geometrisinin, W tipi kanatçık tipi üzerinde çalışılmıştır. Paralel düzlem kanatçığa göre W kanatçık modelinin ortalama 2.9 °C düşüş olduğu tespit edilmiştir. [10]. Kanatçık tiplerinin değişimi üzerine çalışmalar yapılmış ve farklı kanatçıkların ısıl analizde etkileri incelenmiştir. Bir çalışma, plaka-kanat, parabolik-plaka kanat, kare-iğne kanat ve dairesel-iğne kanat gibi farklı kanat yapılarına sahip ısı yayıcıların tasarım ve etkilerini karşılaştırmıştır. Ayrıca, ısı yayıcıların çevre devre elemanlarının işletim frekanslarına bağlı olarak çeşitli frekans aralıklarında nasıl optimal hale getirileceği detaylandırılmıştır [11]. Başka bir çalışma, PCB üzerindeki elektronik güç elemanlarının termal yönetimi için termal heatsink ve ısı yüzeylerinin kullanımını incelemiştir. Sonuçlar, termal kanatçıklar güç elemanlarının sıcaklığını 174 °C'den 62 °C'ye düşürdüğünü belirlemişlerdir. Bu bulgular, güç elektroniği tasarımlarında ısıl yönetim stratejilerinin optimizasyonuna katkıda bulunmuştur [12]. Yapılan başka bir çalışmada sayısal simülasyon yöntemiyle optimum kanatçık yapısını elde etmek üzerine odaklanılmıştır. Sonuçlar, maksimum sıcaklığı etkileyen parametrelerin önem sırasına göre kanat kalınlığı, kanat sayısı, kanat

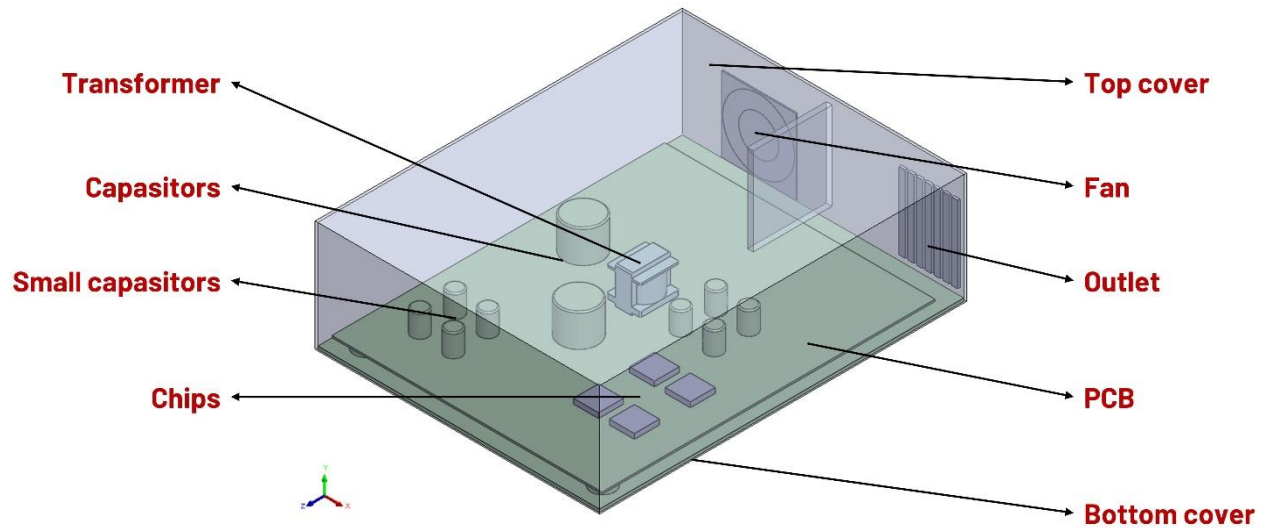
yüksekliği ve altlık kalınlığı olduğunu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kanatçık kütlesi 19% azaltılırken sıcaklığın 4.5% arttığı tespit edilmiştir. [13]. Li ve Shi 2012 yılında yaptığı çalışmada kanatçık kalınlığı optimizasyonu üzerine çalışmışlardır. Çalışmada ortam ısı taşınım katsayısının değişimi, doğal ve zorlanmış taşınım parametrelerine bağlı incelemeler yapılmıştır [14] Yapılan farklı çalışmalarda farklı kanat genişlikleri ve yüksekliklerine sahip plaka kanatlı bir ısı dağıtıcıların ısı performansları optimize edilmiştir. Düz plaka kanatlı soğutucuya kıyasla optimize edilen kanatçıklarda ısı transferinde 30% iyileşme olduğu tespit edilmiştir [15–17]. Kanatçık tasarımları üzerinde ısı performansı tespit edebilmek adına kanatçık boyutları, şekilleri ve hava hızları arasında optimizasyon çalışmaları yapılmıştır [18, 19].

Bu çalışmada ise, bir paket içerisindeki PCB devre kartı üzerine yerleştirilen kapasitör, transformatör ve çip gibi devre elemanlarının farklı parametreler altındaki ısı yönetimi incelenmiştir. Her bir devre elemanının güç harcaması ile açığa çıkan ısı sebebiyle yükselen sıcaklıkları düşürmek için hava çıkış kanal açıklıkları (paket önü, paket arkası, paket kenarı), kanatçık tipleri (plaka kanatlı, dairesel iğne kanatlı, kare iğne kanatlı) ve hava giriş hızları (3, 3,5 ve 4 m/s) arasındaki değişimler incelenmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Kanatçık eklenmesi ile sıcaklıklarda büyük oranda düşüş olmuştur. Kanatçık seçiminde kanatçık hacmi göz önüne alınmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Geometri ve Parçalar

Bu çalışmada Şekil 1’de verilen PCB kutu tasarımı üzerinde ısı analizler yapılmıştır. Kapalı bir hacim içinde PCB bulunmaktadır. PCB üzerinde transformatör, kapasitörler ve çipler gibi elektronik güç elemanları bulunmaktadır. Her bir güç elemanı çalışması sırasında ısı yaymaktadır. Fan yardımıyla hava hızı ayarlanabilmektedir ve kutu içerisinde hava hareketi sağlanarak sıcaklığın düşürülmesi amaçlanmıştır. Fan tasarımı cad çiziminde sadeleştirilmiştir.



Şekil 1. Paket tasarımı

Tablo 1’de her bir güç paketteki her bir parçanın malzemesi ve elektronik güç elemanlarının ısı güçleri verilmiştir. Verilen ısı güç değeri her bir eleman için ayrı ayrı baz alınmıştır. Verilen ısı güçler incelendiğinde PCB sıcaklığını en çok artıracak ve tehlikeye sokacak parçanın çipler olduğu görülmüştür. PCB malzemesi 200 °C üzerindeki sıcaklıklarda erimeye başlamaktadır. Bu sebeple sıcaklığın düşürülmesi için fan hava hızları, çıkış kanalları ve çipler üzerine kanatçık parçası tasarımı üzerine durulmuştur.

Tablo 1. Paket özellikleri

Parça (Part)	Malzeme (Material)	Isıl Güç (Heat Power)
Üst Kapak (Top Cover)	Paslanmaz Çelik 302 (Stainless Steel 302)	-
Alt Kapak (Bottom Cover)	Paslanmaz Çelik 302 (Stainless Steel 302)	-
Çip (Chip)	Alüminyum (Aluminium)	10 W
Kapasitör (Capasitor)	Alüminyum (Aluminium)	1.6 W
Küçük Kapasitör (Small Capasitor)	Alüminyum (Aluminium)	0.6 W
Transformatör (Transformer)	Alüminyum (Aluminium)	2.4 W
Fan	Eksenel Papst 400 Serisi (Papst 400 Series)	-
PCB	FR4	-
Çıkış Kapağı (Back Outlet)	Silikon (Silicon)	-

2.2. Metot

PCB üzerinde oluşacak ve devre elemanlarını da olumsuz etkileyecek yüksek sıcaklıkların düşürülmesi için bir dizi ısıl analiz gerçekleştirilmiştir. Bir CFD yazılımı olan Floefd aracılığıyla ısıl analizler yapılmıştır. Floefd yazılımı arka planında kütle (Eş. 1), momentumun (Eş. 2-4) ve enerjinin korunumu (5-6) denklemlerinin bir formülasyonu olan Navier-Stokes denklemlerini çözmektedir [20].

Süreklilik (Kütlenin korunumu) denklemi:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0 \quad (1)$$

Momentumun korunumu denklemi:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uu) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho vu) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho wu) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uv) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho vv) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho wv) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uw) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho vw) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho ww) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) - \rho g \quad (4)$$

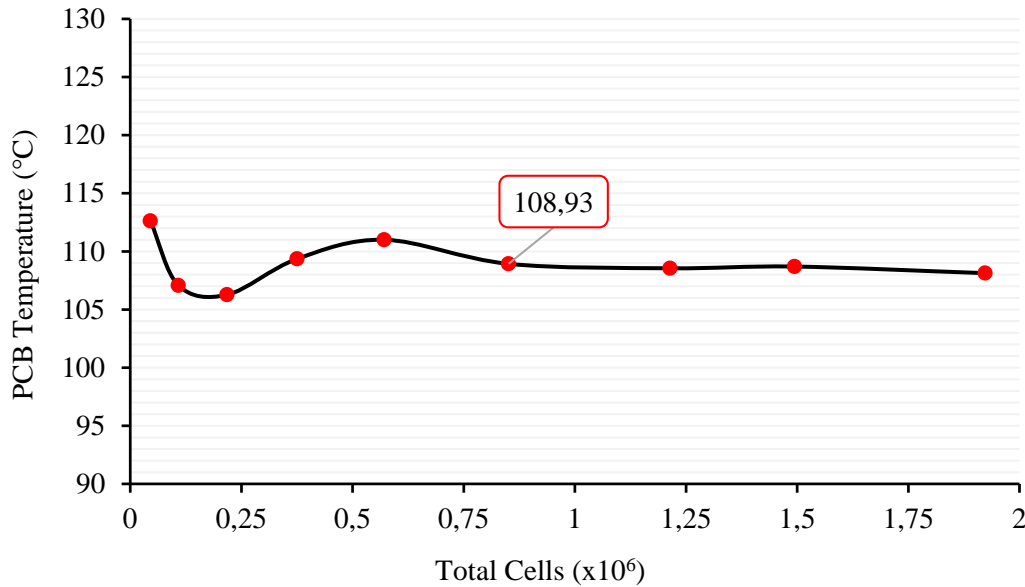
Akışkan için enerjinin korunumu denklemi:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uT) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho vT) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho wT) = \frac{k}{c_p} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (5)$$

Katı için enerjinin korunumu denklemi:

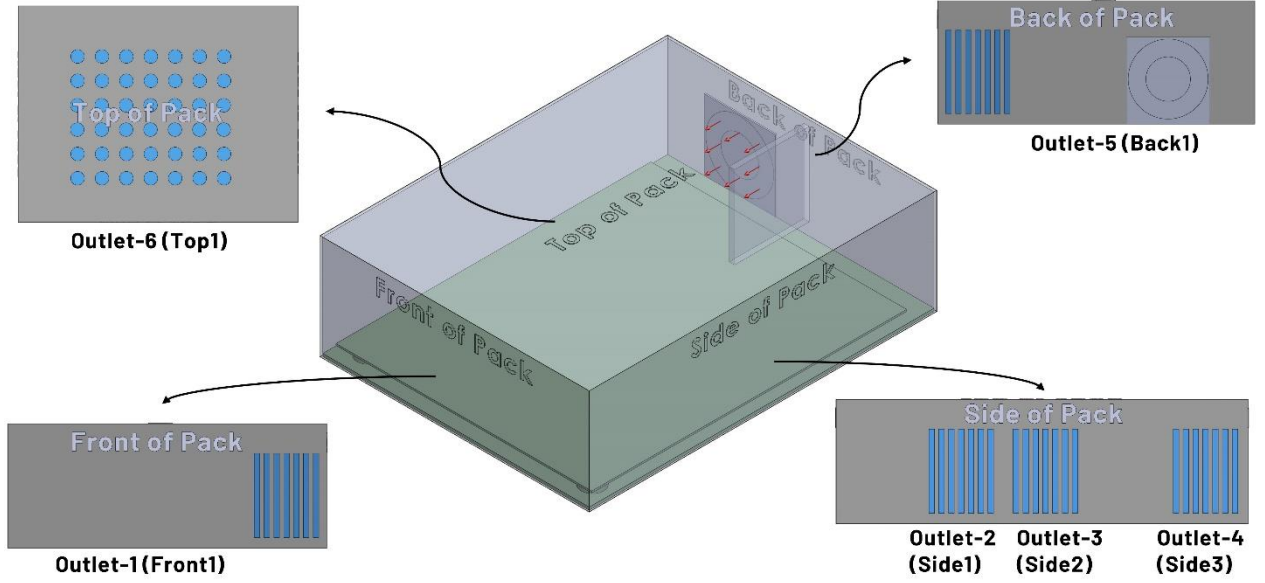
$$\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = 0 \quad (6)$$

Analizler başlangıçta 1 atm basınçta, 25 °C ortam havası şartlarında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda katıların başlangıç sıcaklıkları 0 °C alınmıştır. Analizlerde yer çekimi etkileri -y yönünde olacak şekilde dikkate alınmıştır. Analizler kapalı bir hacim içerisinde gerçekleştirilmiş ve PCB etrafındaki kutu duvarları 7 W/m²K ısı taşınım katsayısı ile doğal taşınımına açıktır. İlk olarak analiz süresinden tasarruf edilebilmek için meshten bağımsızlık çalışması yapılarak belirli bir eleman sayısından sonra maksimum PCB sıcaklığının sabit kaldığı eleman sayısı elde edilmiştir. Buna göre farklı eleman sayılarında analizler tekrarlanmış ve PCB yüzey sıcaklığının değişmediği kabul edilen eleman sayısı seçilmiştir. Şekil 2’de verilen meshten bağımsızlık çalışmasında görüldüğü gibi 850875 eleman sayısına karşılık 108,93 °C sıcaklık elde edilmiştir. Bu değerden sonra değişim olmadığı şekilde verilmiştir. Bundan sonra yapılan tüm analizlerde eleman sayısı sabit tutulmuştur. Meshten bağımsızlık için yapılan analizde 4 m/s hava giriş hızı başlangıç şartı olarak belirlenmiş ve hava akımının paket arkasından kabini terk edeceği kanal tasarımı kullanılmıştır.



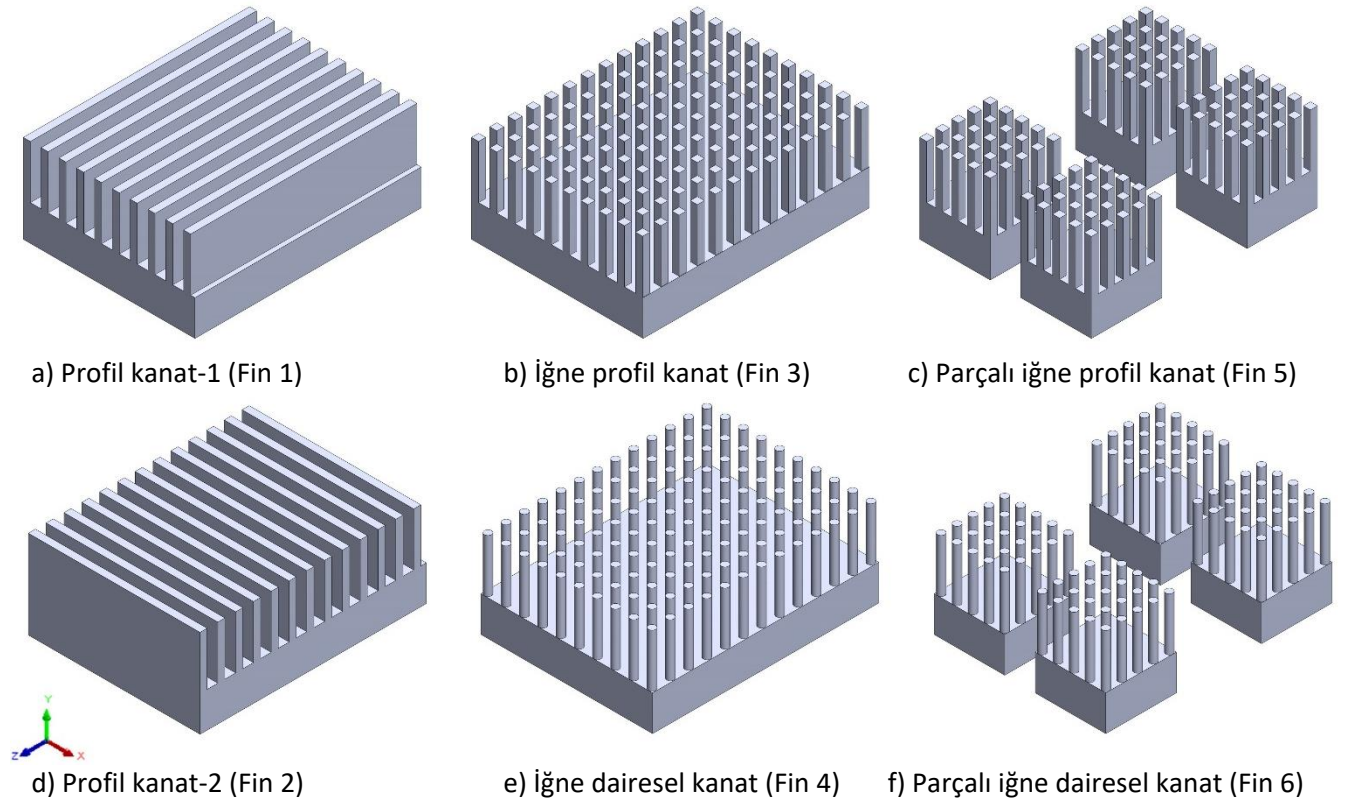
Şekil 2. Meshten bağımsızlık çalışması

Analizler 3 ayrı aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak kutu içerisindeki fan çıkış kanallarının yerleşimi üzerine çalışmalar yapılmıştır. İkinci aşamada kanatçık tipinin değişimi ile farklı kanatçıklarda ısı analizleri yapılmıştır. Son olarak kabine hava giriş hızının etkisi incelenmiştir. Şekil 3’te paket çıkış kanallarının değişimi gösterilmiştir. Paketin önü, arkası, yan ve üstüne açılan kanallar ile farklı kombinasyonlar üzerine çalışmalar yapılmıştır. Paketin önünde (Outlet 1), yanında (Outlet 2, 3, 4), arkasında (Outlet 5), üstünde (Outlet 6) olmak üzere 6 farklı kanal için analizler yapılmıştır.



Şekil 3. Çıkış kanal yapısının değişimi

Şekil 3'te verildiği gibi soğutma havasının 6 farklı çıkış noktası için analizler incelenmiş ve sonuçlar kıyaslanmıştır. İkinci aşama olarak kanatçık tipi değiştirilmiştir. Farklı kanatçık tipleri için ısı analizler yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4'te tasarlanan farklı kanat tipleri verilmiştir.

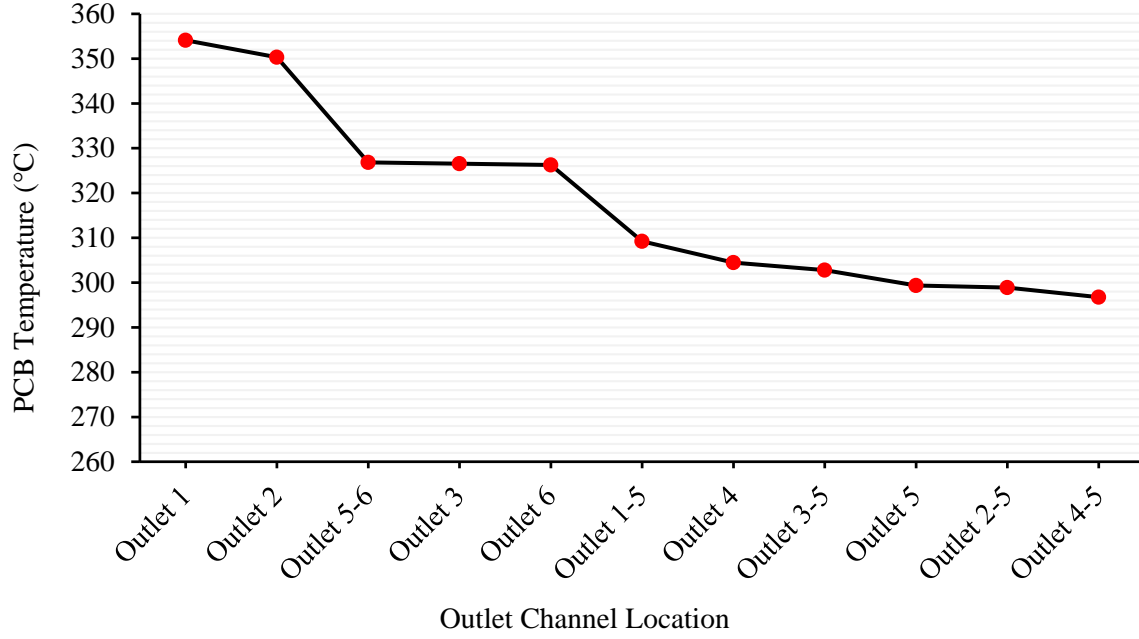


Şekil 4. Kanatçık tasarımları

Farklı kanatçık tiplerinin kullanımının PCB sıcaklığına etkisi incelenmiştir. Ayrıca kanatçıklar alüminyum malzeme olarak seçildiği için malzeme kazanımı açısından kanat yapılarının hacmi üzerinde durulmuştur. Isı transferinin iyileştirilmesi için yapıdaki değişikliklere ek olarak kava giriş hızının değiştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Hava hızının 3.5, 4 ve 4.5 m/s değerleri için analizler yapılmıştır.

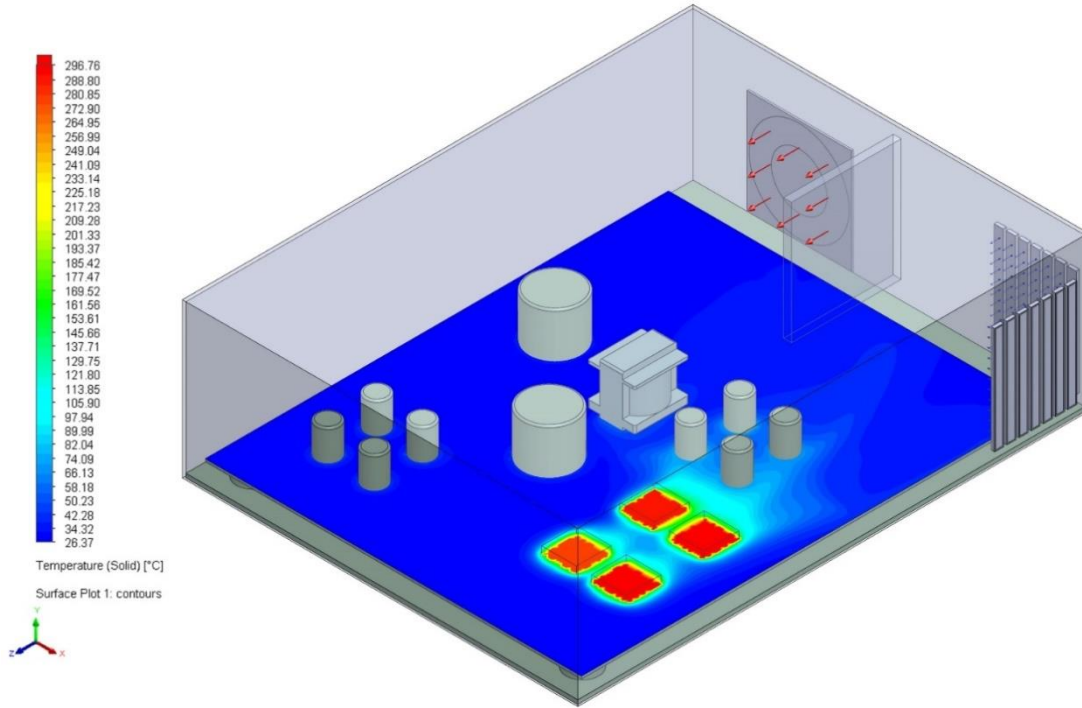
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çıkış kanal konumlarının değişimi üzerine yapılan analizlerde PCB sıcaklığının değişimi Şekil 5'te verilmiştir. Kanal yapılarının farklı kombinasyonları ile sonuçlar değişmiştir. Paketin iki bölgesinden de kanal açılması işlemi ile farklı durumlar araştırılmıştır. Aynı anda, paketin; ön tarafından ve arka tarafından kanalların açık olması (Outlet 1-5), arka tarafından ve üst tarafından kanalların açık olması (Outlet 5-6), yan tarafından ve arka tarafından kanalların açık olması (Outlet 2-5, Outlet 3-5, Outlet 4-5) gibi durumlar için yapılan analiz sonuçları da şekilde verilmiştir.



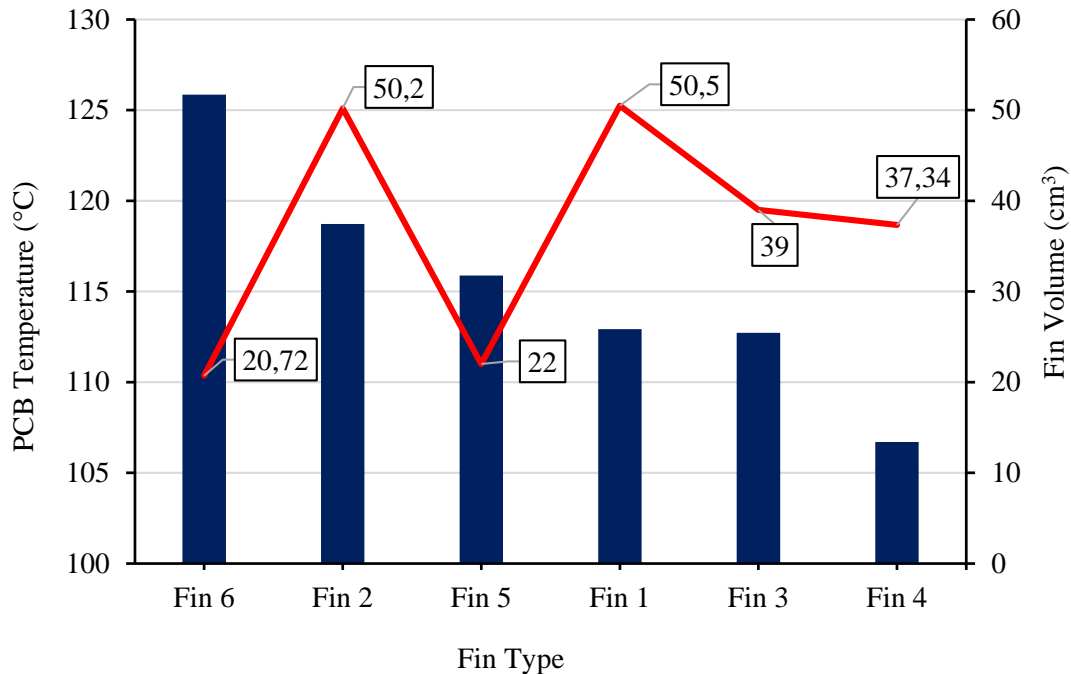
Şekil 5. Paket çıkış kanallarına göre PCB sıcaklığının değişimi

Şekil 5'te verildiği gibi çıkış kanallarının değişimi ile PCB sıcaklığı değişmektedir. Paket arkasından açılan kanal (Outlet 5) ile sıcaklık düşüşü belirgin seviyede olmuştur. Ayrıca yandan kanal açılarak arkadan kanal ile birlikte çift kanallı paket için (Outlet 4-5) PCB sıcaklıkları 4 m/s hava giriş hızı için 355 °C sıcaklıklardan 296.76 °C sıcaklığa düşmüştür. CFD yazılımı Floefd ile yapılan analizlerdeki sıcaklık dağılımı için Şekil 6 verilmiştir. Bundan sonra yapılan kanatçık değişimlerinde paket çıkış kanalı olarak Outlet 4-5 seçilmiştir.



Şekil 6. Outlet 4-5 çıkış kanallı PCB sıcaklık dağılımı

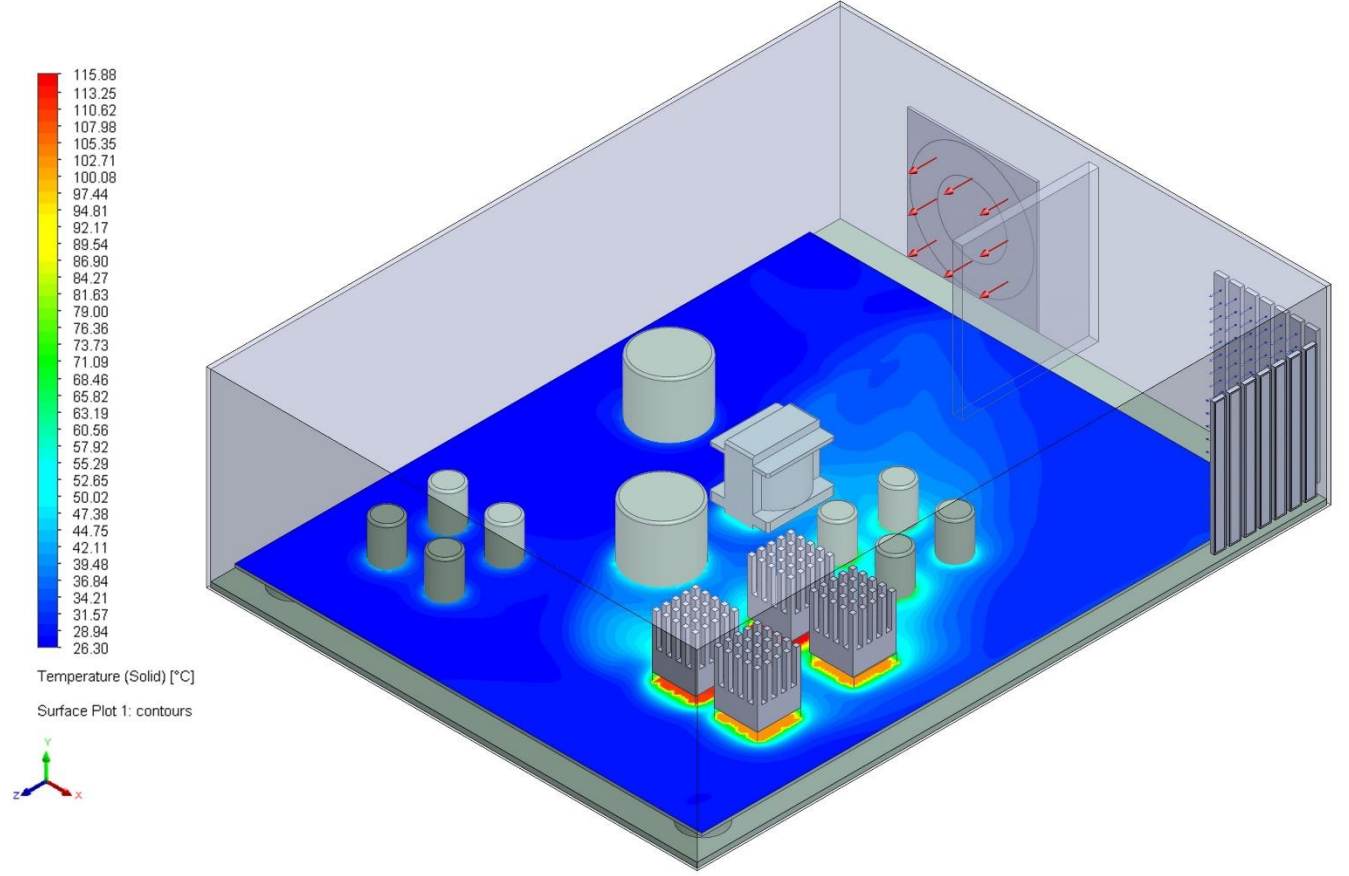
Belirlenen hava çıkış kanalının ardından sıcaklıkların istenilen seviyelere düşmesi ve kritik seviyelerden uzaklaşması için çipler üzerine kanatçık eklenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 6 farklı kanatçık üzerine durulmuştur. Kanatçıklar hava çıkış kanalı Outlet 4-5 olan yani hem arkadan hem de yandan kanal açılmış paket için uyarlanmıştır. 4 çip için ayrı ayrı tasarımlar denenmiştir. Her kanat için PCB sıcaklığındaki değişim Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Kanatçık türüne göre PCB sıcaklığının değişimi

Şekil 7’de verildiği gibi kanatçık türünün değişimi ile PCB sıcaklığı da değişmiştir. Aynı zamanda kanatçık türünün değişimi kanatçık hacmine göre de araştırılmıştır. PCB sıcaklığına göre değerlendirildiğinde 4 parçalı kanatçık dairesel iğne kanatlı için yaklaşık 125 °C PCB sıcaklığı çıkmıştır. En iyi sıcaklık düşüşü dairesel iğne kanatçık için 106.7 °C olarak gerçekleşmiştir. Kanatçık

hacmi için ise değerlendirildiğinde dairesel iğne kanatçık için hacim 37.34 cm^3 çıkmıştır. Her iki durumda göz önüne alındığında optimum seçim için 4 parçalı kanatçık profil iğne kanatlı için $115.88 \text{ }^\circ\text{C}$ PCB sıcaklığı ve 22 cm^3 kanatçık hacmi belirlenmiştir. Bu kanatçık türü için CFD analizi sonucunda PCB üzerindeki sıcaklık dağılımı Şekil 8’de verilmiştir.

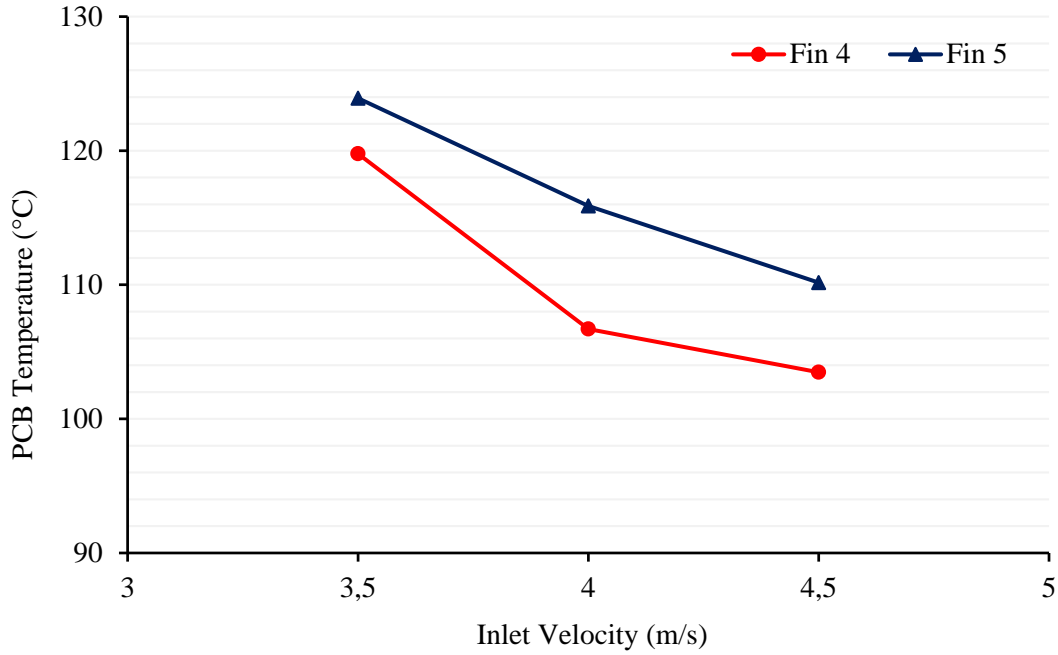


Şekil 8. 4 parçalı profil iğne kanatçık için PCB sıcaklık dağılımı

Şekil 8’de verildiği gibi PCB üzerinde oluşan en yüksek sıcaklıklar çipler üzerinde çıkmıştır. Bu sebeple kanatçık eklenmesi çipler üzerine yerleştirilmiştir. Sıcaklıklar kanatçiksiz durumda yaklaşık $297 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta iken kanatçık eklenmesi ile yaklaşık $116 \text{ }^\circ\text{C}$ ’ye düşmüştür.

Hava giriş hızının da değişimi ile sıcaklıklar değişmektedir. Şekil 9’da hava giriş hızlarının 3.5 , 4 ve 4.5 m/s olarak 3 farklı aşama için değişimler incelenmiştir. En düşük sıcaklık ve en düşük hacim için ayrı ayrı düşünüldüğünde Fin 4 ve Fin 5 kanatçıkları analiz edilmiştir. Hava hızının artmasıyla ısı transferinde iyileşme meydana gelmiştir. Bu sebeple 3.5 m/s hava hızında Fin 4 kullanıldığında PCB sıcaklığı $119.77 \text{ }^\circ\text{C}$ iken 4.5 m/s hava hızında bu değer $103.48 \text{ }^\circ\text{C}$ seviyesindedir.

En düşük sıcaklığa göre bakıldığında kanatçık seçiminde Fin 4 (dairesel iğne kanatçık) ön plana çıkarırken, en düşük kanatçık hacmi için Fin 5 seçimi yapılmıştır. Bu sebeple kanatçık hacmi düşünüldüğünde, 37.34 cm^3 hacimden 22 cm^3 hacme düşmesi için PCB sıcaklığının yaklaşık $9 \text{ }^\circ\text{C}$ yükselmesi kabul edilmelidir. Ancak malzemenin dayanım sıcaklığı bu sıcaklıklara göre sorun oluşturmadığından her iki kanatçık türü de seçilebilir.



Şekil 9. Hava giriş hızına göre PCB sıcaklığının değişimi

4. SONUÇLAR

Bir PCB devre kartı üzerindeki ısı güce sahip devre elemanlarının CFD analizleri ve iyileştirilmesi üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada paket yapısında değişiklikler yapılarak hava akımının yönünü belirlemek istenmiştir. Paket önü, arkası, üstü ve kenarlarında kanallar açılarak hava akımına çıkış yönü belirlenmiştir. Bu tasarımlar için yapılan analizler sonucunda paket arkasına açılan çıkış kanalının en verimli sonucu verdiği belirlenmiştir. Çıkış kanalının belirlenmesi ile birlikte sıcaklıkların daha da düşmesi için en yüksek ısı üreten devre elemanları olan çipler üzerine kanatçık eklenmesi çalışmaları yapılmıştır. 4 m/s hava giriş hızında paket arkasından ve yanından açılan çıkış kanalları için yaklaşık 297 °C çıkan PCB sıcaklığı kanatçık eklenmesi ile 106 °C seviyelerine düşmüştür. Kanatçık seçimlerinde kanatçık hacmi de ön planda tutulmuştur. Bu sebeple PCB sıcaklığını yaklaşık 116 °C'ye düşüren 4 parçalı profil iğne kanatçık seçilmiş ve kanatçık hacmi de 22 cm³ seviyesine düşmüştür. Aynı kanatçıklar için hava hızının değişimi incelenmiş ve hava hızının artmasının sıcaklık düşüşüne olumlu etki sağladığı görülmüştür.

- Çıkış kanal yapısının değişimi ile yaklaşık 355 °C olan PCB sıcaklığında, paket arkasından ve kenarından çıkış kanalının açılması ile %16 düşüş olmuştur.
- En düşük PCB sıcaklığı hedeflendiğinde yaklaşık 355 °C olan PCB sıcaklığında, dairesel iğne kanatçık için yaklaşık %70 düşüş gerçekleşmiştir.
- En düşük kanatçık hacmi düşünüldüğünde yaklaşık 355 °C olan PCB sıcaklığında, 4 parça profil iğne kanatçık için yaklaşık %67 düşüş sağlanmıştır. Aynı zamanda 50.5 cm³ kanatçık hacminden yaklaşık %56 tasarruf sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Li, B., Cui, Z., Cao, Q., and Shao, W. (2021) Increasing Efficiency of a Finned Heat Sink Using Orthogonal Analysis. *Energies*. 14 (3), 782.
- [2] Wang, Y., Wang, B., Zhu, K., Li, H., He, W., and Liu, S. (2018) Energy saving potential of using heat pipes for CPU cooling. *Applied Thermal Engineering*. 143 630–638.
- [3] Bailey, C. (2008) Thermal management technologies for electronic packaging: Current capabilities and future challenges for modelling tools. *10th Electronics Packaging Technology Conference, EPTC 2008*. 527–532.
- [4] Siricharoenpanich, A., Wiriyasart, S., Srichat, A., and Naphon, P. (2019) Thermal management system of CPU cooling with a novel short heat pipe cooling system. *Case Studies in Thermal Engineering*. 15.
- [5] Li, F., Ma, Q., Xin, G., Zhang, J., and Wang, X. (2020) Heat transfer and flow characteristics of microchannels with solid and porous ribs. *Applied Thermal Engineering*. 178.
- [6] Gagliano, S., Cairone, F., Amenta, A., and Bucolo, M. (2019) A real time feed forward control of slug flow in microchannels. *Energies*. 12 (13),.
- [7] Laguna, G., Vilarrubí, M., Ibañez, M., Betancourt, Y., Illa, J., Azarkish, H., et al. (2018) Numerical parametric study of a hotspot-targeted microfluidic cooling array for microelectronics. *Applied Thermal Engineering*. 144 71–80.
- [8] Cirillo, L., Greco, A., and Masselli, C. (2023) Development of an electronic circuit cooling system using elastocaloric effect: a FEM comparison among different configurations. *Applied Thermal Engineering*. 219.
- [9] Li, W. (2023) Optimization Design and Performance Research of Electronic Equipment Cooling System. in: 2023 IEEE 6th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), IEEE, pp. 447–451.
- [10] Zhang, K., Li, M.J., Wang, F.L., and He, Y.L. (2020) Experimental and numerical investigation of natural convection heat transfer of W-type fin arrays. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 152.
- [11] Basyigit, I.B., Genc, A., Dogan, H., and Helhel, S. (2020) The effect of fin types of the heatsinks on radiated emission on the printed circuit board at S-C band. *Microwave and Optical Technology Letters*. 62 (10), 3099–3106.
- [12] Zhu, Y., He, L., Zhu, H., Zhao, W., Li, X., and Sun, X. (2022) Thermal Analysis and Design of GaN Device of Energy Storage Converter Based on Icepak. *2022 4th International Conference on Smart Power and Internet Energy Systems, SPIES 2022*. 762–767.
- [13] Li, B., Cui, Z., Cao, Q., and Shao, W. (2021) Increasing efficiency of a finned heat sink using orthogonal analysis. *Energies*. 14 (3),.
- [14] Li, J. and Shi, Z. shan (2012) 3D numerical optimization of a heat sink base for electronics cooling. *International Communications in Heat and Mass Transfer*. 39 (2), 204–208.
- [15] Kim, D.K. (2014) Thermal optimization of branched-fin heat sinks subject to a parallel flow. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 77 278–287.
- [16] Kim, D.K., Jung, J., and Kim, S.J. (2010) Thermal optimization of plate-fin heat sinks with variable fin thickness. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 53 (25–26), 5988–5995.
- [17] Li, H.Y. and Chen, K.Y. (2007) Thermal performance of plate-fin heat sinks under confined impinging jet conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 50 (9–10), 1963–1970.
- [18] Genc, A., Dogan, H., Basyigit, I.B., and Helhel, S. (2023) A Review of the EMI Effect on Natural Convection Heatsinks. *IETE Journal of Research*. 69 (6), 3550–3560.

- [19] Dai, K. (2023) Synthetical Thermal Modeling and Optimization Design for High Power Density Inverter Heat Dissipation. *CPSS Transactions on Power Electronics and Applications*. 8 (1),.
- [20] Sokmen, K.F. and Karatas, O.B. (2020) Experimental and Numerical Analysis of the Effect of Components on a Double-Sided PCB on LED Junction Temperature and Light Output Using CFD. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 45 (7), 5491–5504.

**ÇEŞİTLİ ENGEL KONFIGÜRASYONLARINA SAHİP KAPAK TAHRIKLİ BOŞLUK AKIŞI
için KALINTI TABANLI VARYASYONEL ÇOK ÖLÇEKLİ METOD ile HESAPLAMALI
AKIŞKANLAR DİNAMIĞI ÇÖZÜCÜSÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ**

**DEVELOPING A COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS SOLVER by RESIDUAL-BASED
VARIATIONAL MULTISCALE METHOD for LID-DRIVEN CAVITY FLOW with
VARIOUS OBSTACLE CONFIGURATIONS**

İsmail HOŞ

*Research Assistant, Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Mechanical Engineering, Bursa, Turkey.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9392-7101>

Levent AYDIKBAKAR

*Assistant Professor, Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
Department of Mechanical Engineering, Bursa, Turkey.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8820-9874>

ÖZET

Bu çalışma, Sonlu Elemanlar Metodu 'nu (SEM) kullanarak Kısmi Diferansiyel Denklemleri (KDD'ler) çözmek için tasarlanmış bir araç olan FEniCS'i kullanan açık kaynaklı bir Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) çözücüsünün oluşturulmasını ve geliştirilmesini içermektedir. Çözücü, karmaşık akışkan dinamiği davranışlarını yakalamak için gelişmiş bir yaklaşım sunan Kalıntı Tabanlı Varyasyonel Çok Ölçekli Metodu (KTVÇÖ) kullanmaktadır. Doğrulama süreci, sıkıştırılmaz akış rejiminde tek taraflı kapak tahrikli bir boşluğun geleneksel kıyaslama çalışmasıyla niceliksel ve niteliksel olarak karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, çözücü, farklı Reynolds Sayısı (Re) değerlerinde: 100, 400 ve 1000, tek taraflı kapak tahrikli boşluk geometrisinin merkezine yerleştirilen farklı geometrik şekillerin (üçgen, kare, eliptik ve dairesel) akış özelliklerini ve girdap dinamiklerini incelemek için kullanılmıştır. Tüm analizler 2 boyutlu olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, özellikle çözücünün ağ oluşturma, sınır koşullarının uygulanması ve genel verimlilik gibi statik alan problemleri için etkinliği açısından iyi bir uyum göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: FeniCS, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Kalıntı Tabanlı Varyasyonel Çok Ölçekli Metot, Kapak Tahrikli Boşluk Akışı, Açık Kaynak, Sonlu Elemanlar Metodu.

ABSTRACT

This study involves creating and developing an open-source Computational Fluid Dynamics (CFD) solver that utilized FEniCS, a tool designed for solving Partial Differential Equations (PDEs) using the Finite Element Method (FEM). The solver uses Residual-Based Variational Multiscale Method (RBVMS), which offered an advanced approach to capture complex fluid dynamics behaviors. The validation process was carried out by quantitatively and qualitatively comparison against the traditional benchmark study of a single-sided lid-driven cavity in the incompressible flow regime. Subsequently, the solver was utilized to examine the flow characteristics and vortex dynamics of different geometric shapes (triangular, square, elliptical, and circular) positioned at the center of the single-sided lid-driven cavity geometry at different Reynolds Number (Re) values: 100, 400, and 1000. All analyzes were conducted at the 2-D. The results of the study showed a good agreement, particularly in terms of the solver's efficacy for static field problems, such as mesh generation, application of boundary conditions, and overall efficiency.

Keywords: FeniCS, Computational Fluid Dynamics, Residual-Based Variational Multiscale Method, Lid-driven Cavity Flow, Open-Source, Finite Element Method.

**DEPREMLERDE EN HIZLI YARDIM: DIJKSTRA ALGORİTMASINI KULLANARAK EN
KISA YOLUN BULUNMASI**

**RAPID ASSISTANCE IN EARTHQUAKES: FINDING THE SHORTEST PATH USING THE
DIJKSTRA ALGORITHM**

Elif AYDIN

*Öğrenci, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği,
Sakarya, Türkiye.*

ORCID ID: 0009-0004-1849-7585

Cem ÖZKURT

*Dr. Öğretim Üyesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar
Mühendisliği, Sakarya, Türkiye.*

ORCID ID: 00000-0002-1251-7715

ÖZET

Doğal afetler gerekli önlemler alınmazsa insan hayatında büyük yıkım ve kayıplara yol açmaktadır. Bu yüzden, özellikle depremler gibi beklenmedik ve hızlı gerçekleşen doğal afetlerde hızlı müdahale ve yardımın sağlanması hayati önem taşımaktadır. Özellikle yaşanan büyük depremler, geniş çaplı hasarlara ve kayıplara yol açmaktadır. Bu hasar ve kayıpların en büyük sebebi, yardımların yeterince hızlı deprem bölgelerine ulaşamamış olmasıdır. Bu noktada, etkili yöntemler kullanılarak en kısa yolun belirlenmesi ve yardımın en hızlı şekilde ulaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, bu sorunu çözmek amacıyla, en uygun kısa yol tespiti yapan Dijkstra algoritması kullanılarak yol planlaması yapılmaktadır. Dijkstra algoritması, graph teorisi alanında kullanılan bir yol bulma algoritmasıdır. Genellikle ağırlıklı bir düğüm ağı üzerinde, bir başlangıç düğümünden diğer düğümlere olan en kısa yolları bulmak için kullanılır. Türkiye gibi deprem riski yüksek bölgelerde, bu tür algoritmaların kullanılması, hasarların ve kayıpların minimize edilmesine yardımcı olmaktadır. Dijkstra algoritması kullanılarak en kısa yol belirlenip yardımlar en hızlı şekilde ulaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijkstra Algoritması, Deprem, Yol Planlama.

ABSTRACT

Natural disasters cause significant destruction and loss of life if necessary precautions are not taken. Therefore, rapid intervention and assistance are crucial, especially in unexpected and rapidly occurring natural disasters such as earthquakes. Major earthquakes, in particular, lead to widespread damage and losses. The primary reason for these damages and losses is often the failure to deliver aid quickly enough to earthquake-affected areas. In this regard, effective methods should be used to determine the shortest path and deliver assistance as swiftly as possible. This study aims to address this issue by utilizing the Dijkstra algorithm, which identifies the most suitable shortest path for route planning. The Dijkstra algorithm is a path-finding algorithm used in graph theory. It is commonly used to find the shortest paths from a starting node to other nodes in a weighted graph. The use of such algorithms, especially in high-risk earthquake areas like Turkey, can help minimize damages and losses. Assistance has been delivered most rapidly by determining the shortest path using the Dijkstra algorithm.

Keywords: Dijkstra Algorithm, Earthquake, Path Plannin.

GİRİŞ

Depremler, dünyanın her yerinde meydana gelebilen ve büyük yıkımlara neden olabilen doğal afetlerdir. Yeryüzünün kabuğunda meydana gelen ani kaymalar sonucu oluşan depremler, yeraltı kaynaklı enerjinin serbest kalmasıyla gerçekleşir. Bu enerjinin aniden salınması, yer yüzünde sarsıntılar meydana getirir ve çeşitli hasarlara yol açabilir. Depremi insan hayatına olan etkisi, büyük ölçüde depremin şiddetine, yerleşim yerlerinin yapılaşma düzenine ve hazırlıklı olup olunmamasına bağlıdır. Büyük depremler, binaların çökmesine, altyapı sistemlerinin zarar görmesine ve toplu ölümlere yol açabilir.

Depremde alınacak önlemler deprem öncesi, deprem sırası ve depremden sonra olarak sınıflandırılabilir. Bu çalışma, deprem sonrası yapılacak yardımların daha hızlı olması hedefiyle yapılmıştır ve bu amaç doğrultusunda Dijkstra algoritmasının kullanımını ele almaktadır. Dijkstra algoritması, başlangıç noktasından hedef noktaya en kısa yolun bulunması için kullanılan bir yol bulma algoritmasıdır. Bu algoritma, ağırlıklı bir yönlendirme grafiği içindeki düğümler arasındaki en kısa yolu bulmak için kullanılır. Özellikle yolculuk zamanının, maliyetin veya diğer ölçümlerin en aza indirilmesi gereken durumlarda kullanışlıdır.

Algoritma, genellikle ağırlıklı bir yönlendirme grafiği kullanır. Bu graf, düğümleri ve bu düğümleri birleştiren kenarları içerir. Her kenarın bir ağırlığı vardır, bu ağırlık genellikle o kenarı kullanmanın maliyetini veya zamanını temsil eder. Dijkstra algoritması, başlangıç düğümünden itibaren her düğüm için en kısa yol uzunluğunu hesaplar ve sonunda hedef düğüme olan en kısa yolu bulur.

Bu çalışmada, Dijkstra algoritması kullanılarak depremde hasar gören yolların tespit edilmesi ve güvenli yolları kullanarak en kısa yol bulunarak en hızlı şekilde yardım bölgelerine yardımların ulaştırılması hedeflenmektedir. Algoritmanın tüm olasılıkları inceleyerek kesin bir sonuçla en kısa yolu bulabilmesi, sezgisel değerler kullanmaması ve tüm ihtimallere bakıyor olması sebebiyle tercih edilmiştir. Bu çalışma, deprem sonrası yardım faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesinde önemli bir adım olabilir, çünkü en kısa sürede yardımın ulaştırılması, afetzedelerin hayatını kurtarabilir ve hasarın en aza indirilmesine yardımcı olabilir.

Geliştirilmiş Dijkstra algoritması, özellikle rota planlama ve yol planlaması alanlarında önemli bir rol oynamaktadır. Kang, Lee ve Kim (2008), "Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Geliştirilmiş Dijkstra Algoritmasını Kullanan Yol Planlama Algoritması" adlı çalışmalarında, bu algoritmanın etkin bir şekilde kullanılmasıyla, karmaşık yol ağlarında en kısa veya en uygun rotaların belirlenebileceğini göstermişlerdir. Benzer şekilde, Fan ve Shi (2010) "Improvement of Dijkstra's algoritması ve bunun rota planlamada uygulanması" adlı çalışmalarında, Dijkstra algoritmasının güncellenmiş versiyonunu kullanarak rota planlamada daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini göstermişlerdir. Qing, Zheng ve Yue (2017) ise "Geliştirilmiş Dijkstra algoritmasına dayalı otomatik yönlendirmeli aracın yol planlaması" adlı çalışmalarında, geliştirilmiş Dijkstra algoritmasının otomatik yönlendirmeli araçlarda başarılı bir şekilde kullanılabilirliğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalar, geliştirilmiş Dijkstra algoritmasının rota planlama ve yol planlaması alanındaki önemli potansiyelini vurgulamaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan çevre Python ortamında oluşturulmuş olup ve arama algoritmaları ile beraber istenilen hedefe en kısa yoldan en uygun şekilde gidilmesi planlanmıştır.

Arama Algoritmaları

Arama algoritmaları, belirli bir hedefi bulmak veya belirli bir kriteri karşılayan öğeleri listelemek için kullanılan algoritmalarıdır. Bu algoritmalar genellikle bilgi yönetimi, yapay zeka, veri tabanı yönetimi ve bilgisayar grafikleri gibi alanlarda kullanılır. Lineer arama, bir listeyi baştan sona tarayarak aranan öğeyi bulma yöntemidir. Listenin her elemanı sırayla kontrol edilir ve aranan öğe bulunana kadar devam edilir. Lineer aramanın zaman karmaşıklığı $O(n)$ 'dir, yani listenin uzunluğuna bağlı olarak performansı değişir. Binary search, sıralı bir listede hedefi bulmak için kullanılan etkili bir arama algoritmasıdır. Algoritma, listenin ortasındaki elemanı seçer ve hedef ile karşılaştırır. Eğer ortadaki eleman hedeften büyükse, listenin sol yarısında arama yapılır; eğer küçükse, listenin sağ yarısında arama yapılır. Bu işlem, hedef bulunana kadar devam eder. Binary search'in zaman karmaşıklığı $O(\log n)$ 'dir, yani listenin boyutuna bağlı olarak logaritmik olarak artar. Hashing, verileri hızlı bir şekilde aramak için kullanılan bir tekniktir. Veriler, bir hash fonksiyonu kullanılarak bir anahtar değere dönüştürülür ve bu anahtar değere göre hafızada saklanır. Arama yaparken, hedef anahtar değere göre veri hızlı bir şekilde bulunur. Hashing'in zaman karmaşıklığı $O(1)$ 'dir, yani sabittir, ancak hash çakışmaları durumunda bu karmaşıklık artabilir. DFS (Depth First Search), graf yapısındaki düğümleri keşfetmek için kullanılan bir algoritmadır. Algoritma, bir düğümün tüm dallarını keşfeder ve ardından geri döner, yani derinliğe odaklanır. DFS, grafın yapısını incelemek veya bir düğüme ulaşılabilirliği kontrol etmek için kullanılır. BFS (breadth-first search), graf yapısındaki düğümleri keşfetmek için kullanılan bir algoritmadır. DFS'den farklı olarak, BFS genişliğe odaklanır ve bir düğümün tüm komşularını keşfeder, ardından bu komşuların komşularını keşfeder. BFS genellikle kısa yol bulma veya graf yapısındaki en kısa yolun uzunluğunu bulma gibi problemlerde kullanılır. Bu çalışmada da temeli genişlik öncelikli arama algoritmasına dayanan Dijkstra algoritması kullanılarak hedefe en kısa yoldan ulaşılmasıdır.

Dijkstra Algoritması

Dijkstra algoritması, bir başlangıç noktasından hedef noktaya en kısa yolun belirlenmesi için kullanılan etkili bir yol bulma algoritmasıdır. Bu algoritma, ağırlıklı bir yönlendirme grafiği içindeki düğümler arasındaki en kısa yolu bulmak için kullanılır ve genellikle yolculuk zamanı, maliyet veya diğer ölçümlerin en aza indirgenmesi gereken durumlarda tercih edilir.

Algoritmanın temel adımları şu şekildedir: Başlangıç düğümünü seçin ve bu düğüme olan mesafeyi 0 olarak ayarlayın (1). Diğer tüm düğümlerin mesafesini sonsuz (∞) olarak ayarlayın. Başlangıç düğümünden itibaren her komşu düğüm için, başlangıç düğümü üzerinden bu düğüme olan toplam mesafeyi hesaplayın (2). Eğer bu mesafe, daha önce hesaplanan mesafeden daha küçükse, bu düğümün mesafesini güncelleyin. İşlenmemiş düğümler arasından en küçük mesafeye sahip olan düğümü seçin ve bu düğümü işlenmiş olarak işaretleyin (3). Hedef düğüme ulaşılan kadar bu adımları tekrarlayın (3).

$$S = \{s\}, \quad \bar{S} = N - \{s\} \quad (1)$$

$$L_j = \begin{cases} 0 & j = s \text{ ise} \\ L_{sj} & j \in \Gamma \text{ ise} \\ \infty & j \notin \Gamma \text{ ise} \end{cases}$$

$$\text{Eğer } \Gamma_k \in S \text{ ise } L_k = \min_{j \in \bar{S}} \{L_j\} \quad (2)$$

$$\text{Değilse } S = S \cup \{k\}, \quad \bar{S} = \bar{S} - \{k\}$$

$j \in \Gamma_k \cap \bar{S}$ olmak üzere tüm j düğümleri için; (3)

$$L_j = \min\{L_j \cdot L_k + L_{kj}\}$$

N : Şebekedeki tüm düğümlerin kümesi

s : Kalıcı etikete sahip olan düğümlerin kümesi

\bar{S} : Geçici etikete sahip olan düğümlerin kümesi

Γ_k : k düğüme direkt bağlı olan düğümlerin kümesi

L_j : j düğümünün başlangıç düğüme olan uzaklığı

L_{kj} : Komşu düğümler olan k ve j düğümleri arasındaki uzaklık

Dijkstra algoritması, her düğüm için en kısa yol uzunluğunu hesaplamak için kullanıldığından, algoritma sonuç olarak her düğüm için bir önceki düğüme olan en kısa yol uzunluğunu verir. Bu sayede, başlangıç düğümünden hedef düğüme olan en kısa yolu belirleyebiliriz.

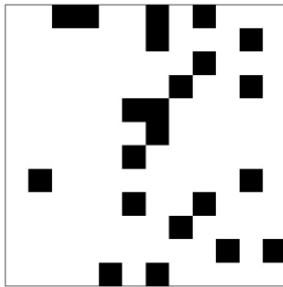
Algoritma, tüm olası yolları inceleyerek kesin bir sonuçla en kısa yolu bulabilir. Ancak, büyük veri kümeleri veya karmaşık grafikler üzerinde çalışırken hesaplama maliyeti artabilir.

Bu çalışma, Dijkstra algoritmasını kullanarak deprem sonrası en uygun yolları belirleyerek en kısa yolu bulmayı amaçlamaktadır. Bu sayede, deprem sonrası hızlı ve etkili bir şekilde yardımların ulaştırılması hedeflenmektedir.

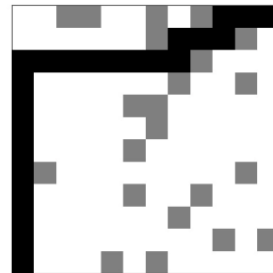
SONUÇLAR

Depremler, dünyanın her yerinde meydana gelebilen ve büyük yıkımlara neden olabilen doğal afetlerdir. Bu çalışma, depremlerde en kısa yolun hızlı bir şekilde belirlenerek yardımların etkili bir şekilde ulaştırılmasını hedeflemiştir. Bu amaçla, Dijkstra algoritması kullanılarak deprem sonrası hasar gören yollar tespit edilmiş ve güvenli yollar kullanılarak en kısa yol bulunmuştur.

Dijkstra algoritması, başlangıç noktasından hedef noktaya en kısa yolun bulunması için etkili bir yol bulma algoritması olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Dijkstra algoritması şekil 1' deki engelli yolu aşmak için 122 düğüm taramıştır. Yol için ise (şekil 2) 23 düğüm kullanarak en kısa yolu oluşturmaktadır. Algoritmanın temel adımları, başlangıç düğümünden hedef düğüme olan en kısa yol uzunluğunu hesaplamak için kullanılmıştır. Bu sayede, deprem sonrası yardım faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesinde önemli bir adım atılmıştır.



Şekil 1



Şekil 2

Çalışmamız, Dijkstra algoritmasının etkinliğini ve önemini vurgulamaktadır. Bu algoritma, rota planlama ve yol planlaması alanlarında önemli bir rol oynamakta ve en kısa veya en uygun rotaların

belirlenmesinde başarılı olmaktadır. Bu çalışma, geliştirilmiş Dijkstra algoritmasının rota planlama ve yol planlaması alanındaki potansiyelini ortaya koymaktadır.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalar arasında, Dijkstra algoritmasının daha geniş kapsamlı ve karmaşık afet senaryolarında kullanılması ve algoritmanın performansının iyileştirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, farklı optimizasyon tekniklerinin Dijkstra algoritması ile birleştirilerek daha etkili yol planlama stratejileri geliştirilebilir. Bununla birlikte, mobil cihazlar ve sensör ağları gibi yeni teknolojilerin entegrasyonu ile deprem sonrası yardım faaliyetlerinin daha da optimize edilmesi mümkündür. Bu çalışmalar, deprem sonrası yardım yönetimi alanında daha etkili ve verimli çözümlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, deprem sonrası yardım faaliyetlerinin hızlı ve etkili bir şekilde yürütülmesi için Dijkstra algoritmasının kullanımının önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, gelecekteki benzer durumlarda daha etkili yardım faaliyetleri için önemli bir referans noktası olabilir.

KAYNAKÇA

- [1] S. Özdemir, Ö. Sacar, ve E. Özcan, "Dijkstra Algoritması Kullanılarak İpek Yolu Koridorları Arasında En Kısa Ulaştırma Güzergâhının Belirlenmesi", Demiryolu Mühendisliği, sy. 13, ss. 97–105, Ocak 2021, doi: 10.47072/demiryolu.811572
- [2] Dener, M., Akçayol, MA, Toklu, S., Bay, Ö. (2013). ZAMANA BAĞLI DİNAMİK EN KISA YOL PROBLEMİ İÇİN GENETİK ALGORİTMA TABANLI YENİ BİR ALGORİTMA. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 26(4).
- [3] KOCA, G. O., & DOĞAN, Ş. (2019). Üç boyutlu bir arama yüzeyi için mobil robotların yol planlaması. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 298-307.
- [4] Mehmet, G. Ö. K., AKÇAM, Ö. Ş., & TEKEREK, M. (2023). ARAMA ALGORİTMALARININ YOL PLANLAMASI PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26(2), 379-394.
- [5] HI Kang, B. Lee ve K. Kim, "Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Geliştirilmiş Dijkstra Algoritmasını Kullanan Yol Planlama Algoritması", 2008 IEEE Pasifik-Asya Hesaplamalı Zeka ve Endüstriyel Uygulama Çalıştayı, Wuhan, Çin, 2008, s. 1002- 1004, doi: 10.1109/PACIIA.2008.376.
- [6] D. Fan ve P. Shi, "Improvement of Dijkstra's algoritması ve bunun rota planlamada uygulanması", 2010 Yedinci Uluslararası Bulanık Sistemler ve Bilgi Keşfi Konferansı, Yantai, Çin, 2010, s. 1901-1904, doi: 10.1109/FSKD. 2010.5569452.
- [7] G. Qing, Z. Zheng ve X. Yue, "Geliştirilmiş Dijkstra algoritmasına dayalı otomatik yönlendirmeli aracın yol planlaması", 2017 29. Çin Kontrol ve Karar Konferansı (CCDC), Chongqing, Çin, 2017, s. 7138-7143, doi: 10.1109/CCDC.2017.7978471.
- [8] Taş, N. (2003). "Yerleşim alanlarında olası deprem zararlarının azaltılması". Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8(1), 225-231.
- [9] Yüksel, İ. (2008). BETONARME BİNALARIN DEPREM SONRASI ACİL HASAR DEĞERLENDİRMELERİ. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 24(1), 260-276.

**PROMOTING BUDDHIST FOOD ETHICS FOR GLOBAL SUSTAINABILITY:
A CRITICAL REVIEW STUDY**

Fr. Baiju Thomas

Research Scholar

*Ramakrishna Mission Vivekananda Educational and Research Institute,
Faculty of Disability Management and Special Education*

Abstract

All forms of life on Earth rely on food as a fundamental necessity. Even though fostering mental and physical health is one of Buddhism's stated goals, the religion rejects the criteria set out by the modern scientific community. When combined, Āyurveda and health science principles are better understood from a Buddhist perspective. Buddhist teachings are diverse, making it tough to generalize about Buddhist advice on food ethics and eating. Most Buddhist missionaries have eaten local food to avoid looking like they were trying to impose their religion on the locals. Since the connection between food and dukkha (suffering or disease) and overcoming cravings is central to Buddhism, the problem lies with our eating habits rather than the food itself. Sustainability is an often-discussed topic since it is an important and well-supported principle. Implementing Buddhist food ethics is challenging in and of itself due to the enormous conceptual leaps required. Following a Buddhist perspective on sustainable development, which differs from modern political and economic groupings, one must spiritually purge all suffering to find lasting inner happiness. Economic growth, social equity, and environmental protection are necessary for a sustainable future. The well-being of present and future generations depends on its fulfilment, an ethical duty. The modern concept of sustainable development differs from the Buddhist idea of sustainability. Financial stability, positive economic initiatives, and attaining inner liberation from suffering can all be achieved by promoting Buddhist food ethics for global sustainability.

Keywords: Promotion, Buddhism, Food, Ethics, Global, Sustainability, Critical, and Review Study

Introduction

The truthfulness of claims regarding the life of Lord Buddha has been an emotive subject. The wise men started making up stories that avoided his problems to placate his numerous adherents while denying his existence. Rules of eating in the mundane and immaterial realms control the four forms of nourishment that the Buddha mentioned: mind, will, sense perception, and food. Eating is propelled by the ongoing snap of hunger's whip. A person's physiological needs for nourishment continue long after their bodily functions have ceased. A never-ending well of ideas and novel sensory experiences are the intangibles that satisfy the greedy mind (Thera, N. (1981). Considering these points of view allows us to evaluate the efficacy of Buddhist environmental ethics in light of climate change. Regardless of the seriousness of other issues, Milligan, Grey, and Pellow believe that humans should constantly strive to improve their moral character in order to engage with nonhuman creatures ethically. In other words, Capper (2016) claims that Buddhists are among the most eco-conscious people on the planet. Buddhist food ethics are based on three main principles: non-attachment, compassion for all sentient beings, and moderation. We are mainly concerned with reducing damage to ecosystems and living beings. An essential aspect of the Buddhist perspective on food is the recognition of the interconnectedness of all living things, ethics, mindfulness, and the several principles of Buddhism. Buddhism has a rich history of food-related teachings and customs, especially Buddhist food ethics and its global efforts to promote sustainability.

Every day, Buddhists live by five ethical commandments. One of the principles states that it is completely forbidden to hurt any living being. Many Buddhists hold that eating meat is evil since it results in the death of helpless creatures. Because of their firm conviction in this, most Buddhists adhere to a lacto-vegetarian diet. The ethics of food are central to many Buddhist teachings. Earlier discussions and arguments regarding food ethics revolved around renunciation, identity, merit, almsgiving (dāna), and honouring elders, ancestors, deities, and Buddhas. The world now faces several difficulties that impact food-related ethical dilemmas. These include climate change, plastic pollution, garbage management, modern slavery, endangered species, animal welfare, agribusiness, food insecurity, human health impacts of food, and many more. Philosophically speaking, Buddhist teachings are a good fit for discussions of food ethics. The ultimate oneness of all things and nonviolence towards all sentient beings are two of Buddhism's most essential precepts. These significant contributions uphold the longstanding legacy of treating nonhuman animals with respect. Nevertheless, Buddhist food ethics can be challenging due to its many practical ramifications. Think about how vegetarianism has a chickened past and how the general population feels about the treatment of animals. Central to Buddhist ethics is recognizing the sentient of inanimate objects; a big ecological worry is the human indifference to rocks, water, and plants. Fighting climate change requires an in-depth understanding of stones, plants, and water ethics. These adjustments are necessary since, according to Buddhism, non-sentient beings are not considered aware, even if there has been commendable work up to this point in promoting Buddhist food ethics for environmental sustainability.

Buddhist Food Practice

Food is essential to health, pleasure, and relationships, regardless of religion or cultural background. However, as Nath (2010) notes, the function of logic has yet to be explored or considered alternative, non-mainstream perspectives on the connection between food and health. As with Buddhism, the tenets of ahimsa, compassion, and mindfulness are foundational to how Buddhists eat. Some Buddhist diets are stricter than others; this varies from tradition to tradition. Veganism and vegetarianism are lifestyle choices many Buddhists choose to demonstrate their commitment to social and environmental justice. At its core, the practice is based on the belief that all sentient beings have intrinsic worth and, on the mission, to alleviate suffering. A fundamental tenet of Buddhism is mindful eating. The practice is essential to giving one's entire focus when eating. Mindfulness, or paying attention to one's eating experience, can teach one to eat less, be more thankful, and see the interdependence of all living things. The teachings of the middle way school of Buddhism emphasize tranquillity and moderation in all matters, including eating. The basis of the subject is discovering methods to reduce food consumption without compromising on nutritious food. Some find throwing away edible food that someone else has painstakingly prepared is horrible and cruel. Some Buddhist practices that encourage a more conscientious approach to food preparation, portion control, and the creative use of leftovers are all part of a more significant effort to promote food ethics for environmental sustainability.

Food is fundamental to human survival because it is the building block of our metabolic system. In addition to its universal importance, every culture has specific periods when particular rituals and ceremonies must be observed. Though Buddhism has significantly impacted many countries, each has distinct culinary customs and traditions. The Tipitaka and other pertinent cultural texts support these claims. For Buddhists, practising mindful eating is a necessary path to enlightenment. Buddhism is one of the faiths that teaches there is more than just nutritional value in food and drink. Many religions view food and drink as fundamental to human existence, with spiritual, social, and salvation-related significance. A couple of instances from Buddhist history demonstrate my point: Because early Buddhist nuns and monks had to rely on the generosity of laypeople to make ends meet, alms food symbolizes the mutual support between Buddhism's religious and secular aspects. Like the road, Buddhist food reflects many traditions, rites, and ethical concerns. While many anthropologists and sociologists have studied food from various perspectives, there has yet to be anyone who examines the impact of faith-based organizations on people's eating habits. Details, like sacrifice, are frequently the focus of scientific investigations on religious cuisine (Smith 1889). According to some Buddhist traditions, fasting—not eating particular foods for set periods—purifies the soul, enhances one's spiritual practice, and cultivates self-restraint. People may seek out such practices when reflecting on

or celebrating religious occasions. As part of their moral and ethical duty, Buddhists should look into the origins of food and push for greener eating practices in the name of Buddhist food ethics and the global movement to promote sustainability.

Buying organic, locally farmed food is one approach to lessening one's influence on the planet. Helping out with fair trade initiatives is another option. The philosophy and technique of the chef are of equal importance in Buddhist cooking as the ingredients. According to many who advocate this approach, a healthy connection with food can improve physical but also mental and emotional well-being. Making sure all kinds of life thrive is their top priority. Buddhist dietary practice reflects some of Buddhism's core ideals, including living a moral life and being compassionate, compassionate, and attentive. Mindful eaters focus on their emotions, thoughts, and bodies to develop empathy and understanding. The Buddha stressed the importance of food and laid out rules for healthy eating to ensure all living beings could thrive. People interpret this as a message from the Lord Buddha because food improves everyone's well-being. The Buddha created rules with a purpose behind each one. There is a valid rationale for every regulation. These regulations primarily benefited the older Bhikkhus and the general public. The well-being of laypeople and Bhikkhus must adhere to these guidelines to promote Buddhist food ethics for global sustainability.

A Framework of Ethics in the Food System

The food production system presents numerous challenges that make it difficult to integrate sufficient ethical norms. People concerned about environmental responsibility in the production and consumer sectors confront several obstacles. Suppose a price reduction causes problems related to unethical principles, such as increased effect on the environment or reduced care for animals. In that case, there must be enough money to cover all costs. Other key ethical factors include more diverse production methods, unambiguous labelling, ethical monitoring, and a tax on dangerous chemicals. Given the increasing significance of food in society, it is unsurprising that more and more people are noticing the myriad of food-related challenges beyond just supplying essential nutrition. Numerous food production systems use these farming practices; they include those that supply rapid food, nutritious food, international cuisine, and food for leisure. There must be rules to encourage certain industrial practices and set minimum requirements for living together. More and more, people in the food industry are looking for modern ways to sustain food, including different farming practices, cooking traditions, and aesthetic tastes. Adding new and better ways to incorporate customer values is another. A bright future for the food sector awaits a society where individuals can shape food to meet changing societal requirements through active participation in the production process (Korthals, M, 2015). Ethical dilemmas involving social justice, animal welfare, health effects, and sustainability emerge at every link in the food chain. For the sake of both the present and the generations to come, this pillar stresses the significance of preserving and enhancing environmental resources. This encompasses many issues, including reducing greenhouse gas emissions, conserving water, and promoting regenerative farming practices. It is ethically proper to consider the value and pain tolerance of animals at every stage of the food chain, from birth to slaughter. Efforts to alleviate suffering, such as promoting natural habits and offering compassionate treatment, fall under this pillar. This pillar aims to reduce economic inequality, improve working conditions, and expand access to healthy food. Ensuring that people from all walks of life can quickly get healthful, culturally relevant food is integral in promoting Buddhist food ethics for global sustainability.

The study of food production, distribution, and consumption ethics is known as philosophical food ethics. Opposite this is the Global Food Ethics movement, whose goal is to change how food is produced and distributed around the globe. Because of the food system's complexity and paradoxes, the second group may have been rendered immobile and powerless. New materials for philosophical and activist food ethics have emerged, even as intersectionality studies continue. The intersectionality framework allows activists to keep up their protests and resistance despite complex hurdles and uncertain outcomes. Philosophers might derive ethical insights from the inconsistencies in the food system's reorganization by applying the notion of intersectionality, which challenges the idea that moral problems have straightforward solutions (Thompson, P. B, 2016). One thing that makes the food system unique is its feedback circuits that link its various components and interactions with society, the environment, and the economy. Consider how resource depletion and climate change threaten the

world's food supply. The food system has far-reaching consequences for people's health, affecting many people's livelihoods and national economies. Many cultures also think promoting Buddhist food ethics is essential for global sustainability.

Nutritionists and healthcare ethicists agree that increasing people's access to culturally essential meals is critical. This pillar seeks to lessen the prevalence of diet-related diseases, improve the availability of healthy food options, and encourage truthful and open marketing and labelling of foods. Food systems that are both ecologically and socially responsible must have supply chain transparency. For this to work, we require trustworthy information about where food comes from and that everyone involved in the food supply chain takes responsibility. Recognizing and appreciating the vast variety of traditional and ethnic meals is vital to sustaining moral eating habits. One example is the push to strengthen regional food grids and advocate for food sovereignty. Due to globalization, ethical issues in the food chain in more than one country. Fairtrade norms, aiding small-scale producers and farmers in developing countries, and addressing increasingly impacting global problems like food waste and food sovereignty are emphasized in this pillar. Recognizing that technology will always be integral to the food system is essential to any ethical framework. Emerging technologies include genetic engineering, artificial intelligence, and automation. Ethical concerns such as preserving the environment, ensuring the safety of workers, and fighting for equality should take precedence over novel ideas, while new ideas are welcome. Integrating these ideas into a coherent framework can increase sustainability possibilities for anyone involved in the food chain. Concern for the well-being of all sentient beings, both here on Earth and in the parallel universe, should take precedence above any consideration for Buddhist food ethics or the global push for sustainability.

Food Ethics in Buddhism

In Buddhist belief, the enlightened viewpoint of the Buddha and other bodhisattvas (enlightened beings) is the foundation upon which the ethical teachings of these figures are built. Buddhism uses the Sanskrit term Śīla to refer to ethics or morals, whereas Pali uses the word sīla. Within Buddhism, the Noble Eightfold Path consists of three sections, one of which is Śīla. Nonviolence, or the absence of harm, is promoted by adherence to this code of conduct, which includes a devotion to tranquillity and moderation. Exceptional conduct, moral principles, and precepts define it. Food ethics are fundamental to many aspects of Buddhism, such as offering food to the dead, deities, and elders. The ethics of food is central to many Buddhist texts. Buddhist philosophy and practice lay the groundwork for investigations into food ethics. These ideas include engaging in good deeds (dāna), serving Buddhas, the aged, and the dead, letting go of one's identity, and cultivating merit. Food ethics has emerged as a contentious political topic due to the proliferation of issues in recent decades. Climate change, plastic pollution, waste management, modern slavery, endangered species, animal welfare, farming, food insecurity, and food-related diseases are just a few of the many themes covered. Buddhist renunciation, identity, dāna, and merit building are constantly discussed in promoting food ethics within Buddhism to promote global sustainability.

As part of their religious ceremonies, many Buddhists donate food to the altars, shrines, monks, and nuns in temples. This exercise can increase our collective capacity for gratitude, compassion, and awareness of the interdependence of all living things. Help those less fortunate by donating what you can. This is a good reminder of how important it is. Some find throwing away delicious food that someone else has worked so hard to prepare to be terrible and cruel. Many Buddhist practices aim to lessen food waste, including practising mindfulness while cooking, controlling portions, and finding new uses for leftovers. The virtues of austerity and aparigraha, or contentment with one's possessions, are displayed here. A basic tenet of Buddhism is the practice of compassionate, loving-kindness towards all sentient beings. It is your duty as a Buddhist to put your happiness first and to recognise the interdependence and inherent value of all sentient beings. To put it mildly, let's imagine for a second that aiding all living things—including themselves—is indeed important to Buddhists. People should then improve their moral fibre, self-awareness, and empathy while altering their perspective on food promoting Buddhist food ethics is essential for global sustainability.

Several issues have garnered considerable interest lately, including agribusiness, plastic pollution, modern slavery, animal welfare, climate change, and food security. The study of food consumption's

intellectual and ethical implications is known as eating ethics, a branch of philosophy. Cultural significance is at the heart of the debates around human food and the technology that enables its production, distribution, and consumption. But recently, food ethics have been used increasingly to support political positions on food and dietary preferences. Food ethics is discovering ways to consume that don't harm people, animals, or the environment. Ultimately, we want to improve life on Earth for all people. This study follows the development of this well-known paradigm for food ethics over the past few decades, starting with this country. After that, we'll look at it from various angles that connect it to philosophical questions about food ethics. Finally, for those interested in learning more about intersectionality, the author recommends a few works (Thompson, P. B., 2016). The Buddhist perspective on ethics and concern for the environment makes becoming vegetarian and a vegetarian diet popular among Buddhists. This practice is based on the ahimsa principle, which means peace. The significance of not causing harm to other types of life is highlighted. The Buddhist prohibition of eating meat is an appeal to compassion for all sentient beings and an effort to alleviate human suffering. An essential aspect of mindfulness meditation for Buddhists is reflecting on one's eating habits. Sticking to one's meal without looking away is a vital part of the method. You can learn to regulate your portion sizes, be more thankful, and realise the interdependence of all living things by eating with mindfulness and compassion. One of Buddhism's most important tenets is the practice of mindful eating. Instead of eating more often, dieters eat smaller, healthier meals more often. Resolving food addiction improves physical and mental health, benefiting Buddhist food ethics and global sustainability.

Food Security in Buddhism

Globalisation, shifts in land use, and changing climate make it even more difficult for many people to get the nutrition they need (Misselhorn et al., 2012). Ensuring access to nutritious food should be a paramount concern, as over one-third of the global population is anticipated to endure chronic undernourishment. Going without food, and half of the kids are undernourished. Over the past two decades, India's food security situation has received much more attention—food security concerns more than supply, demand, and production, which is hardly surprising. Household food insufficiency, rather than food supply or stability, is the main factor determining food security. According to Buddhist teachings, the accessibility of healthy food affects a person's psychological, emotional, and spiritual health. Numerous Buddhists have stayed away from calling for monetary or agricultural policy changes out of concern for food security. Providing food to monks is deeply ingrained in Buddhist practice. Not only does this practice provide the monks with tangible benefits, but it also strengthens their relationships and encourages them to assist each other. Laypeople can feed starving monks in nations where Buddhism is practised in this way. In 2008, after global food prices began to rise, lawmakers and media outlets again brought up the subject (FAO, 2009; Godfray et al., 2010; Ingram, 2011). According to Buddhist teachings, the first step towards nirvana is to serve others. For Buddhists, helping those in need is an act of compassion, and one way to alleviate hunger is to give to food banks or volunteer at soup kitchens. A more just and poverty-free society can be achieved through Buddhist compassion. Although the Buddha's teachings do not include a specific strategy to end world hunger, they do provide a framework that both Buddhists and Hindus can follow. If we tackle the issue with kindness, charity, and consideration, we can discover a solution to feed the world's population without harming it. In this case, input parameters such as calorie consumption are subordinate to anthropometric measures and clinical signs of malnutrition. Several human-caused stresses, such as pollution, erosion of watersheds, and fast population increase, threaten coastal and floodplain vegetation. So, if we are concerned about Earth's future, we should advocate for Buddhist food ethics as a means to a sustainable world.

The most famous Food and Agricultural definition is that food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe, and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life (FAO, 1996). The interconnectedness and transience of all living things is a fundamental premise in Buddhism. Most people think that Buddhists should be peaceful and kind when faced with food insecurity. Addressing the root causes of food insecurity, such as poverty, injustice, and environmental degradation, is the only sure-fire method to stop the problem permanently. Collaboration on sustainable development, public awareness

campaigns, and active participation in political processes are the only ways to achieve our aim. Mindfulness is one of the central tenets of Buddhism, and one aspect of it is consumption. The practice of eating with awareness is central to Buddhism. Trying new foods or practising deep meditation can help you live longer, healthier, and happier lives. Undernourishment and nutritional deficiencies are more likely to occur in those worried about food security (Pinstруп-Andersen, 2009). Buddhist ethics place a premium on compassion since it is based on the karma principle, which asserts that our deeds have consequences. One of the best ways to improve your mood and cultivate empathy and compassion is to give to charity and assist people in need. Everyone benefits when we help the downtrodden, especially those battling hunger. It's not just nature's wrath that we're facing. Humans have already wreaked havoc on river basins, and the shortage of water is making matters worse. Urbanisation, population growth, dietary shifts, biofuel production, global warming, and changing weather patterns are all contemporary contributors to water scarcity. We are entirely responsible for the environmental damage, so we need to solve this soon. A stable food supply and robust economic growth are two primary goals of the Buddhist food ethics effort and global sustainability.

Buddhist Food Ethics for Global Sustainability

According to Buddhist teachings, the remedy for selfishness and greed is to be generous and share what one has. Sharing food is a powerful weapon in the fight against hunger and for a more just world. Helping out with food distribution programmes, advocating for laws that make nutritious food more accessible, or volunteering in community gardens are all beautiful ways to get involved. Buddhists believe Earth and its resources must be protected at all costs. To get there, we've got to keep the environmental footprint of food production to a minimum as we safeguard biodiversity. People may improve the health of environmental systems while reducing the ecological footprint of food production by adopting sustainable food practices like organic farming, agroecology, and permaculture. Sustainable practices are, unsurprisingly, well-received. The complexity and enormous leaps of logic required to put it into effect make it difficult in and of itself. Developing and implementing new technologies is a daunting task because of the far-reaching impact on human and environmental health. Discuss the practical applications of sociology, engineering, architecture, and construction during a themed dinner. The vast and essential question of right and wrong conduct is fundamental to Buddhism. We will review the traditional guidelines for renunciation and Buddhist identity, the practice of *dāna*, the ways to accumulate merit, the duties towards our ancestors, deities, elders, and Buddhas, and a great deal regarding sustainability, including its promotion and attainment in ethical dilemmas. It lays forth the moral principles needed for sustainability, covers the finer elements of technology creation, deployment, and use, and may be used by many disciplines to evaluate and direct their operations (Kibert, C. J, 2010). A more sustainable global food system may be within reach, thanks to the insights offered by Buddhist food ethics. By combining Buddhist principles with modern ethical and environmental issues, governments and practitioners can create a more compassionate and sustainable society. An essential tenet of Buddhist ethics is *ahimsa*, or non-harm, which includes all living things. Live sustainably and harmoniously with the *ahimsa* philosophy by cutting back on animal consumption or switching to a plant-based diet. Eating more plants and less meat is one way to prevent deforestation, resource over- or under-harvesting, and greenhouse gas emissions; according to Buddhists, the ethics of food for the world's sustainability.

A fundamental tenet of Buddhism is the interconnectedness and reciprocity of all life forms. By understanding how our dietary choices affect the environment and other animals, we can feel a sense of shared responsibility and unity with all living things. The restoration of sustainability can be accomplished by increasing awareness of our interdependence and motivating individuals to take appropriate action. Mindful eating, a core principle of Buddhism, encourages us to savour our food, pay attention to its textures and flavours, and remember how all living things are interdependent. This practice not only leads to reduced food waste and better dietary choices but also fosters a heightened awareness of the interconnectedness of all living things, creating a sense of unity and shared responsibility. The idea that a sustainable society would work to ensure both economic growth and fair distribution of wealth while also protecting the environment has been around for a long time. A core moral concern is the welfare of present and future generations, notably the guarantee of equal opportunity to better one's life. As their work affects ecosystems, economies, and people's ability to

create communities, scientists and technologists feel the effects the most. Aside from that, significant events may transpire due to their positive or negative actions (Kibert, C. J, 2010). Buddhist teachings state that the path to nirvana is one of thankfulness and contentment. More individuals may be mindful of our Earth's resources if they deeply respect food and are satisfied with simple, nutritious meals. The idea that one person may make a difference through actions is central to active Buddhism. A more equitable food system, greater access to healthy food, and farming methods that minimise negative impacts on the environment may all have the backing of certain Buddhists. Buddhists who strive for systemic change significantly affect the sustainability of the world's food supply in the long run. Adherence to Buddhist dietary guidelines is essential for the sake of environmental sustainability on a worldwide scale. Meditation on consumption, thorough product research, and advocacy against food-related issues are ways Buddhists may contribute to a more sustainable and equitable society.

Conclusion

Buddhism is a constructive religion since its followers strive to end world poverty and preserve the environment. Whether human or otherwise, assisting the downtrodden is fundamental to Buddhist teachings. Buddhism has helped specific communities prosper despite widespread poverty and environmental destruction. The Buddhist movement has significantly progressed towards ending world hunger, but there is still a long way to go. Strategies that encourage better eating habits should prioritise providing access to healthy food options. Buddhists are also in favour of sustainability efforts. Buddhists have been pioneers in many environmental movements during the last several decades. Putting an end to the illicit logging of a portion of it, constructing a sustainable, and halting a massive gas infrastructure are all equally important. To name a few examples, the Buddhist community has made significant efforts to protect the environment. Taking a more Buddhist stance would help them combat poverty and global warming. Since our modern, fast-paced lifestyle, millions of animals die every day, and countless tonnes of food go to waste. Unfortunately, it's very uncommon for individuals to forget why they came together in the first place when they sit down to eat. Dealing with negative feelings like pride and desire is easier when you eat, which is also a metaphor for satisfying your cravings for colourful and delicious food. It is considered immoral to seek wealth at any cost by Buddhists who adhere to this school of thinking. Due to time constraints and the inherent risks of making connections, progress cannot be guaranteed. This Buddhist perspective on food ethics challenges the dominant Western paradigm by linking corporate responsibility to specific environmental factors. There is no need for a uniform eating plan if we wish to live for the long term, according to the Buddha. Our current priorities are increasing people's access to credit, raising awareness about food ethics, and helping them become financially independent. Adhering to the central tenet of Buddhism—the total eradication of suffering—will bring you material and intellectual riches. Our sacred duty is to pass on to future generations the demonstrating and environmentally friendly ideals of Buddhist food ethics for global sustainability.

References

1. Capper, D. (2024). Buddhist environmental ethics and climate change. *Religion compass*, 18(1), e12483.
2. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327(5967), 812-818.
3. Ingram, J. (2011). A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food security*, 3, 417-431.
4. Kibert, C. J. (2010). The ethics of sustainability.
5. Korthals, M. (2015). Ethics of food production and consumption. *The Oxford handbook of food, politics, and society*, 1-15.
6. Misselhorn, A., Aggarwal, P., Ericksen, P., Gregory, P., Horn-Phathanothai, L., Ingram, J., & Wiebe, K. (2012). A vision for attaining food security. *Current opinion in environmental sustainability*, 4(1), 7-17.
7. Nath, J. (2010). 'God is a vegetarian': The food, health and bio-spirituality of Hare Krishna, Buddhist and Seventh-Day Adventist devotees. *Health Sociology Review*, 19(3), 356-368.

**MAS 19th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

8. Pinstруп-Andersen, P. (2009). Food security: definition and measurement. *Food security*, 1, 5-7.
9. Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T. C., & Fereres, E. (2009). AquaCrop—the FAO crop model to simulate yield response to water: II. Main algorithms and software description. *Agronomy Journal*, 101(3), 438-447.
10. Thera, N. (1981). *The Four Nutriments of Life. An Anthology of Buddhist Texts Translated from the Pali, with an Introductory Essay*, The Wheel Publication No. 105 (Kandy: Buddhist Publication Society).
11. Thompson, P. B. (2016). The emergence of food ethics. *Food Ethics*, 1, 61-74.

**SAĞLIKLI BİREYLERDE KAN AKIMI KISITLAMALI EGZERSİZ EĞİTİMİNİN ALT
EKSTREMİTE KAS KUVVETİ VE DENGİ ÜZERİNE ETKİSİ**
**THE EFFECTS OF EXERCISE TRAINING WITH BLOOD FLOW RESTRICTION ON
LOWER EXTREMITY MUSCLE STRENGTH AND BALANCE**

Onur TURAN

*Araştırma Görevlisi, İstanbul Atlas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye.*

*Yüksek Lisans Öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kas İskelet Fizyoterapisi
ve Rehabilitasyon ABD, Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı İstanbul, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0126-4457>

Filiz CAN

*Prof. Dr. Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü, Kas İskelet Fizyoterapisi ve Rehabilitasyon ABD, Ankara, Türkiye.*

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0641-9956>

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlamalı egzersizler ile standart egzersizlerin sağlıklı bireylerde kas kuvveti ve denge üzerine etkilerini karşılaştırmaktır. **Materyal Metod:** Katılımcılar araştırmacı tarafından literatüre uygun olarak planlanan alt ekstremite nöromusküler egzersiz eğitimine alınmıştır. Egzersiz eğitimi 6 hafta boyunca haftada 2 gün toplamda 12 seans olarak fizyoterapist gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar dahil edilme ve dışlanma kriterleri göz önünde bulundurularak araştırmacı tarafından randomize olarak 2 gruba dağıtılmıştır (Grup I: kan akımı kısıtlamalı egzersiz grubu (KAKE), Grup II: standart egzersiz grubu (SE)). Çalışma kapsamında katılımcılar egzersiz eğitimi öncesinde ve 6 haftalık egzersiz eğitiminin sonunda iki kez değerlendirilmiştir. Hamstring ve Kuadriseps kas gruplarının kuvvetlerinin ölçümü için Manuel Kas Testi Cihazı (Hoggan Scientific; MicroFET2, ABD) kullanıldı. Ölçümler 3 tekrarlı olacak şekilde sadece dominant ekstremiteye uygulanmıştır. Denge, bir dinamik denge testi olan Y Denge Testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bunların yanında katılımcıların yaş, cinsiyet, kilo, boy, vücut kitle indeksi, alkol ve sigara kullanım durumları, kronik hastalıkları ve egzersiz alışkanlıkları kayıt altına alınmıştır. Verilerin analizi SPSS istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup grup içi karşılaştırmalar için Wilcoxon Sıralı İşaret Testi, gruplar arası karşılaştırmalar için ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır. **Bulgular:** Çalışmaya 8'i kız 7'si erkek olmak üzere 15 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların 7'si KAKE grubunda (kız:2 erkek:5), 8'i SE grubunda (k:6 e:2) yer aldı ve tüm katılımcıların yaşları ortalama 22.7'yd. Grup içi karşılaştırma yapıldığında alt ekstremite fleksör & ekstansör kas kuvvetinde ve denge sonuçlarında uygulama sonrasında uygulama öncesine göre anlamlı düzeyde artış olduğu ($p<0,05$) ancak gruplar arası karşılaştırma yapıldığında iki grup arasında anlamlı düzeyde fark olmadığı ($0>0,05$) saptanmıştır. **Sonuç:** Kan akımı kısıtlamalı egzersiz eğitiminin alt ekstremite kas kuvveti ve denge fonksiyonunda gelişme sağlamak açısından faydalı olabilecek alternatif bir yöntem olduğu ancak standart egzersizlere göre anlamlı düzeyde bir fark oluşturmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kan Akımı Kısıtlaması, Kas Kuvveti, Denge

ABSTRACT

Purpose: The aim of the study is to compare the effects of low-intensity blood flow-restricted exercises and standard exercises on muscle strength and balance in healthy individuals. **Material Method:** Participants were included in lower extremity neuromuscular exercise training planned by the researcher in accordance with the literature. Exercise training was carried out under the supervision of a physiotherapist, 2 days a week for 6 weeks, for a total of 12 sessions. Participants were randomly distributed into 2 groups by the researcher, taking into account the inclusion and exclusion criteria (Group I: blood flow restricted exercise group (BFRE), Group II: standard exercise group (SE)). Within the scope of the study, participants were evaluated twice, before the exercise training and at the end of the 6-week exercise training. Manual Muscle Testing Device (Hoggan Scientific; MicroFET2, USA) was used to measure the strength of the Hamstring and Quadriceps muscle groups. Measurements were performed only on the dominant extremity in 3 repetitions. Balance was assessed using the Y Balance Test, a dynamic balance test. In addition, the participants' age, gender, weight, height, body mass index, alcohol and cigarette use, chronic diseases and exercise habits were recorded. Data analysis was carried out using the SPSS statistical program, and Wilcoxon Ranked Sign Test was used for intra-group comparisons and Mann Whitney U test was used for inter-group comparisons.. **Results:** 15 participants, 8 girls and 7 boys, were included in the study. 7 of the participants were in the BFRE group (female: 2 male: 5), 8 were in the SE group (f: 6 e: 2) and the average age of all participants was 22.7. When an intra-group comparison was made, it was found that there was a significant increase in lower extremity flexor & extensor muscle strength and balance results after the application compared to before the application ($p < 0.05$), but when an inter-group comparison was made, there was no significant difference between the two groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** It was concluded that exercise training with blood flow restriction is an alternative method that may be useful for improving lower extremity muscle strength and balance function, but it does not create a significant difference compared to standard exercises.

Keywords: Blood Flow Restriction, Muscle Strength, Balance

**“HAMARLIQ GÖSTƏRICİLƏRİ” 2^n SAYDA OLAN ÜMUMİLƏŞMİŞ SOBOLEV –
MORRİ FƏZASI**

**A GENERALIZED SOBOLEV-MORREY SPACE WITH A NUMBER OF “SMOOTHNESS
INDICES 2^n ”**

Rövşən BABAYEV

Riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru. Mingəçevir Dövlət Universiteti

Mingəçevir / Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0009-7473-6575

XÜLASƏ

Məqalədə “hamarlıq göstəriciləri” 2^n sayda olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri fəzası daxil edilir və integral göstərilişi üsulu ilə həmin fəzalardan olan funksiyalar üçün interpolyasiya tipli teorem isbat olunur. Başqa sözlə bu fəzaların kəsişməsi daxil olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələri üçün daxil olma teoremi isbat olunur. Həmçinin bu fəzaların kəsişməsi daxil olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələrinin L_q fəzasında verilən metrika mənada Hölder bərabərsizliyi isbat olunur.

Açar sözlər: *ümumiləşmiş Sobolev-Morri tipli fəza, integral göstərilişi, ümumiləşmiş Hölder şərti.*

SUMMARY

The article includes a generalized Sobolev-Morrey space with a number of “smoothness indices” 2^n and proves an interpolation-type theorem for functions from these spaces using the integral notation method. In other words, the inclusion theorem has been proven for generalized mixed derivatives of functions involving the intersection of these spaces. Also, Hölder’s inequality is proved in the metric sense, defined in the space L_q of generalized mixed derivatives of functions involving the intersection of these spaces.

Key words: generalized Sobolev-Morrey type space, integral representation, generalized Holder condition.

Bu məqalədə əvvəlcə “hamarlıq göstəriciləri” 2^n sayda olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri

$$\bigcap_{i=1}^{2^n} L_{p^i, \varphi, \beta}^{<l^i>}(G)$$

(2.0.2)

fəzası daxil edilir. Sonra isə integral göstərilişi üsulu ilə bu fəzalardan olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələri üçün Sobolev tipli bərabərsizliklər isbat olunur.

Tərif 1. $G \subset R^n$ oblastında təyin olunmuş, lokal cəmlənən, ümumiləşmiş $D^{l^i} f$ ($i = 1, 2, \dots, 2^n$) qarışıq törəmələrə malik olan və aşağıdakı kimi

$$\|f\|_{\bigcap_{i=1}^{2^n} L^{<l^i>}_{p^i, \varphi, \beta}(G)} = \sum_{i=1}^{2^n} \|D^{l^i} f\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \quad (2.1.1)$$

sonlu norması olan f funksiyalar çoxluğuna qarışıq törəmələri dominant olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri

$$\bigcap_{i=1}^{2^n} L^{<l^i>}_{p^i, \varphi, \beta}(G)$$

fəzası deyilir. Burada

$$\|f\|_{p^i, \varphi, \beta, G} = \|f\|_{L_{p^i, \varphi, \beta}(G)} = \sup_{\substack{x \in G, \\ t_j > 0, \\ j=1, 2, \dots, n}} \left(\prod_{j=1}^n (\varphi_j([t_j]_1))^{-\beta_j} \|f\|_{p^i, G_{\varphi(t)}(x)} \right), \quad (2.1.2)$$

$1 \leq p^i < \infty$, $l^i = (l_1^i, l_2^i, \dots, l_n^i)$, $i = 1, 2, \dots, 2^n$, $e_n = \{1, 2, \dots, n\}$, $e^i \subseteq e_n$ (bütün mümkün olan e^i vektorların sayı 2^n -dir), $l_j^i \in N$, $j \in e^i$, $l_j^i \in N_0$, $j \in e_n \setminus e^i$; $\beta_j \in [0, 1]$, $j \in e_n$; $\varphi(t) = (\varphi_1(t_1), \varphi_2(t_2), \dots, \varphi_n(t_n))$ vektor-funksiyaları Lebeq mənada cəmlənən funksiyalardır, $\varphi_j(t_j) > 0$ ($t_j > 0$), $\lim_{t_j \rightarrow +0} \varphi_j(t_j) = 0$, $\lim_{t_j \rightarrow +\infty} \varphi_j(t_j) = K_j$, $0 < K_j \leq \infty$, $[t_j]_1 = \min\{1, t_j\}$,

$j \in e_n$ və istənilən $x \in R^n$ üçün

$$G_{\varphi(t)}(x) = G \cap I_{\varphi(t)}(x) = G \cap \left\{ y : |y_j - x_j| < \frac{1}{2} \varphi_j(t_j), j \in e_n \right\}.$$

Lemma 1. Tutaq ki, $1 \leq p^i \leq p \leq r \leq \infty$; $0 < \eta_j$, $t_j < T_j \leq 1$ ($j \in e_n$), $\nu = (\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_j)$, $\nu_j \geq 0$ ($j \in e_n$) tamdırlar və $\Phi \in L_{p, \varphi, \beta}(G)$

$$\varepsilon_j = l_j^i - \nu_j - \left(1 - \beta_j p\right) \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{p}\right),$$

$$F_\eta^i(x) = \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{\eta_j - 1 - \nu_j} \int_0^{\eta_j} L_i(x; t, T) \times \\ \times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} \varphi_j'(t_j) dt^i, \quad (2.2.1)$$

$$F_{\eta,T}^i(x) = \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - 1} \int_{\eta^i}^{T^i} L_i(x; t, T) \times \\ \times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} \varphi_j'(t_j) dt^i. \quad (2.2.2)$$

burada

$$L_i(x; t, T) = \int_{R^n} R \left(\frac{y}{\varphi((t+T)^i)}, \frac{\rho(\varphi(t+T)^i, x)}{\varphi((t+T)^i)}, \rho'(\varphi((t+T)^i), x) \right) \Phi(x, y) dy. \quad (2.2.3)$$

Onda, istənilən $\bar{x} \in U$ üçün aşağıdakı bərabərsizliklər doğrudur

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta}^i\|_{q, U_{\psi}(\xi)(\bar{x})} \leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \times \\ \times \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - (1 - \beta_j p^i) \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{p} \right)} \prod_{j \in e_n} (\psi_j([\xi_j]_1))^{p^i} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(\eta_j))^{\varepsilon_j^i} \quad (\varepsilon_j^i > 0) \quad (2.2.4)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta,T}^i\|_{q, U_{\psi}(\xi)(\bar{x})} \leq C_2 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \times \\ \times \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - (1 - \beta_j p^i) \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{p} \right)} \prod_{j \in e_n} (\psi_j([\xi_j]_1))^{p^i} \times \\ \times \begin{cases} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(T_j))^{\varepsilon_j^i}, & \varepsilon_j^i > 0 \quad \text{olduqda,} \\ \prod_{j \in e^i} \ln \frac{\varphi_j(T_j)}{\varphi_j(\eta_j)}, & \varepsilon_j^i = 0 \quad \text{olduqda,} \\ \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(\eta_j))^{\varepsilon_j^i}, & \varepsilon_j^i < 0 \quad \text{olduqda.} \end{cases} \quad (2.2.5)$$

burada

$$U_{\psi(\xi)}(\bar{x}) = \left\{ x : |x_i - \bar{x}_j| < \frac{1}{2} \psi_j(\xi_j), \quad j = e_n \right\}, \quad \psi \in N;$$

C_1 və C_2 sabitləri φ, ξ, η, T -dən asılı olmayan müsbət ədədlərdir.

Lemma 1-in isbatı: İstənilən $\bar{x} \in U$ üçün ümumiləşmiş Minkovski bərabərsizliyini tətbiq edərək

$$\begin{aligned} \|F_\eta^i\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} &\leq \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - 1} \int_0^{T^i} \|L_i(\cdot, t, T)\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \times \\ &\times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j'(t)) dt^i \end{aligned} \quad (1.2.6)$$

alırıq.

Aydındır ki, $p \leq r$ üçün Hölder bərabərsizliyinə görə

$$\|L_i(\cdot, t, T)\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \leq \|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \prod_{j=1}^n (\psi_j(\xi))^{p \frac{1}{r} - 1} \quad (2.2.7)$$

yaza bilərik. İndi isə $\|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})}$ normasını qiymətləndirək.

Fərz edək ki, χ funksiyası $S(R)$ çoxluğunun xarakteristik funksiyasıdır. $R(x, y, z)$ funksiyası isə istənilən $(y, z) \in R^n \times R^n$ üçün sanki hər yerdə $|R(x, y, z)| \leq C |R_1(x)|$ şərtini ödəyir və $R_1 \in C_0^\infty(R^n)$ olduğunu fərz edək. (2.2.3)-də verilən inteqralaltı funksiyanı $1 \leq p^i \leq r \leq \infty$, $s \leq r$ şərti daxilində

$$|R\Phi| = (|\Phi|^{p^i} |R|^s)^{\frac{1}{r}} (|\Phi|^{p^i} \chi)^{\frac{1}{p^i} \frac{1}{r}} (|R|^s)^{\frac{1}{s} \frac{1}{r}}$$

şəklində göstərək və $|L_i|$ ifadəsini Hölder bərabərsizliyini tətbiq edərək

$$\left(\frac{1}{r} + \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{r} \right) + \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{r} \right) = 1 \right)$$

$$\begin{aligned} &\|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \leq \\ &\leq \sup_{x \in U_\psi(\xi)(\bar{x})} \left(\int_{R^n} |\Phi(x+y)|^{p^i} \chi\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) dy \right)^{\frac{1}{p^i} \frac{1}{r}} \times \\ &\times \sup_{x \in V} \left(\int_{U_\psi(\xi)(\bar{x})} |\Phi(x+y)|^{p^i} dx \right)^{\frac{1}{r}} \times \left(\int_{R^n} \left| R_1\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) \right|^s dy \right)^{\frac{1}{s}}. \end{aligned} \quad (2.2.8)$$

alırıq.

İstənilən $x \in U$ üçün

$$\begin{aligned} \int_{R^n} |\Phi(x+y)|^{p^i} \chi\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) dy &\leq \int_{(U+V)_{\varphi(t)}(\bar{x})} |\Phi(y)|^{p^i} dy \leq \\ &\leq \int_{G_{\varphi(t)}(\bar{x})} |\Phi(y)|^{p^i} dy \leq \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t))^{\beta_j p^i}. \end{aligned} \quad (2.2.9)$$

İstənilən $y \in V$ üçün

$$\begin{aligned} \int_{U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} |\Phi(x+y)|^{p^i} dx &\leq \int_{U_{\psi(\xi)}(\bar{x}+y)} |\Phi(x)|^{p^i} dx \leq \\ &\leq \|\Phi\|_{p^i, \psi, \beta; U}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j p^i} \leq \\ &\leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j p^i} \quad (U_{\psi(\xi)}(x) \subset G_{\varphi(\xi)}(x)), \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

$$\int_{R^n} \left| R_1 \left(\frac{y}{\varphi(t)} \right) \right|^s dy = \|R_1\|_s^s \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t_j)). \quad (2.2.11)$$

(2.2.9)-(2.2.11) bərabərsizliklərini (2.2.8)-də nəzərə alaraq

$$\begin{aligned} \|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} &\leq \|R_1\|_s \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \times \\ &\times \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t_j))^{\frac{1}{s} + \beta_j p^i \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{r} \right)} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\frac{\beta_j p^i}{r}} \end{aligned} \quad (2.2.12)$$

bərabərsizliyini alırıq.

(2.2.6), (2.2.7) bərabərsizliklərini və $r = p$ olduqda (2.2.12) bərabərsizliyində nəzərə alsaq

$$\|F_\eta^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} |Q_\eta^i| \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}. \quad (2.2.13)$$

qiymətləndirilməsini alırıq.

Analoji qaydada (2.2.5) bərabərsizliyi də isbat olunur.

(2.2.12), (2.2.13) və (2.2.5) bərabərsizlikdən $\forall \bar{x} \in U$ üçün aşağıdakı bərabərsizlikləri alırıq.

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|L_i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_3 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}, \quad (2.2.14)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta}^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_4 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}, \quad (2.2.15)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta, T}^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_5 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}. \quad (2.2.16)$$

(2.2.14)-(2.2.16) bərabərsizliklərindən isə

$$\|L_i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}. \quad (2.2.17)$$

$$\|F_{\eta}^i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_2 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}. \quad (2.2.18)$$

$$\|F_{\eta, T}^i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_3 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \quad (2.2.19)$$

bərabərsizliklərini alırıq. C'_1, C'_2, C'_3 sabitləri Φ -dən asılı olmayan müsbət ədədlərdir.

Beləliklə, Lemma 1 isbat olundu.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Najafov, A.M., Babayev, R.F. On embedding of grand grand Sobolev-Morrey spaces with dominant mixed derivatives.//Tbilisi Math. Jour., -2020. -p.1-10, doi:10.32513/Tbilisi /1585015215
2. Najafov A.M., Babayev R.F. On some differential properties of grand Sobolev-Morrey spaces of fractional order, Uzb. Math. Jour. v.65, issue 2, 2021, p.128-139I.Ross, A. Morrey – Nikolskii inequality, Proc. Amer. Math. Soe., 78, 1980, 97-102.
3. Y.Sawano, Identification of the image of Morrey spaces by the fractional integral operators, Proc. A. Razmadze Math. Inst., 149, 2009, 87-93.

**ÇOXÖLÇÜLÜ ZOLAQDA DALĞA TƏNLIYI ÜÇÜN ZAMANA GÖRƏ TÖRƏMƏ
SƏRHƏD ŞƏRTİNƏ DAXİL OLAN QARIŞIQ MƏSƏLƏNİN HƏLLİNİN $t \rightarrow +\infty$ OLDUQDA
TƏDQIQI**

SEYMUR SÜLEYMANOV

dosent, fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru ADPU-nun Ağcabədi filiali

0009-0005-1955-4059

XÜLASƏ

Mexanikada və fizikada dalğaların uzaq məsafələrə yayılması zolaqda dalğa tənliyi üçün sərhəd məsələlərinə gətirir. Buna misal olaraq, səsin dənizdə, radiodalğaların atmosferdə yayılmasını göstərmək olar. İkiölçülü zolaqda bu məsələlər üçün limit udulma prinsipi L.M. Brexovskixin monoqrafiyasında öyrənilmişdir.

Açar sözlər: Çoxölçülü zolaq, dalğa tənliyi, sərhəd şərti, qarışıq məsələ, regular funksiya, asimptotik ayrılış.

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.

GİRİŞ

Mexanikada və fizikada dalğaların uzaq məsafələrə yayılmasının tədqiqi zolaqda dalğa tənliyi üçün sərhəd (Dirixle və Neyman) məsələlərinə gətirir. Buna misal olaraq, səsin dənizdə, radiodalğalarının atmosferdə yayılmasını göstərmək olar. Belə fiziki proseslər zolaqda dalğa tənliyi üçün müxtəlif qarışıq məsələlərin tədqiqinə gətirilir. İkiölçülü zolaqda bu məsələlər üçün limit udulma prinsipi L. M. Brexovskixin monoqrafiyasında öyrənilmişdir.

Məqalədə Çoxölçülü zolaqda dalğa tənliyi üçün zamana görə törəmə sərhəd şərtinə daxil olan məsələlər üçün şüalanma prinsipləri tədqiq edilmişdir.

Qarışıq məsələnin klassik həllinin varlığı göstərilmişdir. Qarışıq məsələnin həllinin varlığını göstərmək üçün uyğun stasionar məsələnin Qrin funksiyası aşkar şəkildə qurulmuşdur. Bu funksiyanın

köməyi ilə dalğa tənliyi üçün qoyulmuş qarışıq məsələ üçün limit udulma və limit amplitudu prinsipləri isbat edilmişdir.

TƏDQİQAT METODU

1. BİR NEÇƏ KÖMƏKÇİ MÜLAHİZƏ

Aşağıdakı məsələlərə baxılır:

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

$-h < x_{n+1} < +h\}$, R_{n+1} ölçülü Evklid fəzasında $n + 1$ ölçülü zolaqdır. Stasionar məsələyə baxırıq.

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

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

burada $P(k) = ak + b$, k – kompleks ədəddir. $a \geq 0$, $b \geq 0$ həqiqi ədədlərdir.

(1) Tənliyi üçün qoyulmuş I və II sərhəd məsələlərini üçölçülü zolaqda A. Q. Sveşnikov tədqiq etmişdir. Bu məsələlər üçün A. Q. Sveşnikov şulanma prinsiplərini öyrənmişdir. Sonralar A. Q. Sveşnikovun aldığı nəticələri hər iki sərhəd məsələsi üçün çoxölçülü zolağa və çoxölçülü silindirə A. B. İskəndərov ümumiləşdirmiş və dəqiqləşdirmişdir.

A. B. İskəndərov 1993-cü ildə $a \geq 0$, $b = 0$ olan halda (1) – (2) məsələsi üçün şulanma prinsiplərini öyrənmişdir. Biz isə qalan halları, yəni

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

halları öyrənmişik.

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

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

(3) – (4) məsələsinin sonsuzluqda azalan həllinə (1) – (2) məsələsinin Qrin funksiyası deyilir. Burada $\delta(x)$ – Dirakın δ – funksiyasıdır.

TEOREM 1. $Imk \neq 0$ olduqda (1) – (2) məsələsinin Qrin funksiyası

k – ya nəzərən analitik funksiyadır.

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

Qrin funksiyasının budaqlanma nöqtələridir. $k''_\gamma = -\frac{b}{a} \pm \frac{\pi i}{2ah} \gamma$, ($\gamma = 1, 2, \dots$),

nötələri isə Qrin funksiyasının sadə polyuslarıdır və bu funksiya üçün aşağıdakı ayrılış doğrudur.

$$G(k, x, y) = -\frac{i}{2}(2\pi)^{-\frac{n}{2}} |x' - y'|^{1-\frac{n}{2}} \times \\ \times \{g_0(k, x_{n+1})g_0(k, y_{n+1})k_0^{\frac{n}{2}-1} H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}(rk_0) + \sum_{\gamma=1}^{\infty} g_\gamma(k, x_{n+1})g_\gamma(k, y_{n+1})k_\gamma^{\frac{n}{2}-1} H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}(rk_\gamma)\}, \quad (*)$$

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

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

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

$H_{\frac{n}{2}-1}^{(1)}(z)$ – birinci cins $\frac{n}{2} - 1$ tərtibli Xankel funksiyasıdır.

$\gamma = 1, 2, \dots$

(*) sırası k -ya nəzərən hər kompakt da müntəzəm yığılır.

(1) – (2) məsələlərinin həlli aşağıdakı formula ilə verilir.

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

TEOREM 2. (1) – (2) məsələsi üçün $n \geq 3$ olduqda ixtiyari k üçün,

$n = 1, 2$ olduqda isə $k \neq \frac{\pi \gamma}{2h}$ üçün limit udulma prinsipi doğrudur.

(1) – (2) stasionar məsələsinə uyğun olan qeyri – stasionar məsələyə baxırıq.

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

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

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

burada $f(x)$ – finit və kifayət qədər törəməsi olan funksiyalardır.

$C_{\varepsilon}^{\alpha, \beta}((0, \infty) \times \Pi)$ – ilə törəmələri aşağıdakı qiymətləndirməni ödəyən funksiyalar fəzasını işarə edək.

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

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n), \quad \alpha + \beta_j + \gamma \neq 0$ (onlardan ancaq biri $\neq 0$)

$0 \leq \alpha, |\beta|, \gamma \leq 2; \quad |\beta| = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n; \quad C(n, f)$ – isə n və $f(x)$ – dən asılı sabit ədədlərdir.

TƏRİF. $U(t, x) \in C^{(2,2,2)}((0, \infty) \times \Pi) \cap C^{(1,1,1)}((0, \infty) \times \bar{\Pi})$ bu sinifdən olan $U(t, x)$ funksiyasına (5) – (7) məsələsinin klassik həlli deyilir, əgər bu funksiya (5) tənliyini, (6) başlangıç şərtlərini və (7) sərhəd şərtini adi mənada ödəyirsə.

TEOREM 3. Tutaq ki, $a \geq 0, b \geq 0$. Onda (5) – (7) məsələsinin klassik həlli yeganədir, əgər bu həll varsa.

QEYD. (5) – (7) məsələsinə uyğun olan stasionar məsələyə belə baxırıq.

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

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

(5) – (7) məsələsinə uyğun stasionar məsələnin həlli (alınmış nəticələrə) uyğun olaraq

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

formulası ilə verilir [Burada $\tilde{G}(k, x' - y', x_{n+1}, y_{n+1})$ * formulasında $k^2 - n_1 - k^2$ ilə əvəz etməklə alınır].

(9) –da tərs Laplas çevrilməsi apararaq (5) –(7) qarışıq məsələsinin həlli üçün aşağıdakı formulanı alırıq.

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

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

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

TEOREM 4. Tutaq ki, $f(x) \in C_0^{(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 3, 6)}$ (Π), onda (5) – (7) məsələsinin həlli (10) formulu ilə verilir və bu həll üçün (8) qiymətləndirməsi doğrudur.

2. QARIŞIQ MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİNİN $t \rightarrow +\infty$ OLDUQDA TƏDQIQI

(5) – (7) məsələsinin klassik həlli $t \rightarrow +\infty$ olduqda tədqiq olunur. Bu məqsədlə aşağıdakı iki lemmanı isbat etmişik.

Tutaq ki, $\Gamma_{\delta}(-ic, +ic)$ kəsiyinin sərhədidir.

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

LEMMA 1. Tutaq ki, n tək ədəddir, $f(k) - \Gamma_{\delta}$ əyrisinin müəyyən ətrafında requlyar funksiyadır.

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

[$T(t)$ – ilə bu inteqralı işarə etmişik].

onda $t \rightarrow +\infty$, $T(t)$ - üçün aşağıdakı asimptotik ayrılış doğrudur.

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

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

n cüt olduqda isə $T(t) = 0$ olur.

Tutaq ki, $\Gamma_{\delta}^{(c)}$ - şəkildəki $(-\infty + ic, ic)$ kəsiyinin sərhədidir.

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

LEMMA 2. Tutaq ki, $f(x) - \Gamma_{\delta}^{(c)}$ - xəttini daxilində saxlayan yarımzolaqda requlyar funksiyadır və aşağıdakı qiymətləndirməni ödəyir.

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

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

[$F(t)$ –ilə bu inteqralı işarə etmişik].

burada $l, \beta \geq 0$ tam ədədlərdir. Onda $t \rightarrow +\infty$ olduqda $F(t)$ üçün aşağıdakı asimptotik ayrılış doğrudur.

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

ϵ – ixtiyari həqiqi ədəddir, $\Gamma(l)$ – Eyley qamma funksiyasıdır,

$$\Gamma_2(l) = \int_{\Gamma_2^0} y^{-l} l^y \ln y dy.$$

Lemma 1 və 2- dən istifadə edərək aşağıdakı teoremlər isbat olunmuşdur.

$[C_0^{(0,\infty)}$ - elə funksiyalar çoxluğudur ki, bu funksiya finitdir. x_1, x_2, \dots, x_n dəyişənlərinə görə kəsilməz. x_{n+1} dəyişəninə görə isə ∞ tərtibdən diferensiallandıdır].

TEOREM 5. Tutaq ki, $f(x) \in C_0^{(0,\infty)} \Pi$.

1) $0 < a < 1, b \geq 0$ olduqda $t \rightarrow +\infty$, (5) – (7) məsələsinin həlli üçün

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

qiymətləndirmə doğrudur. $x \rightarrow \infty$ nəzərə alınaraq kompakt da müntəzəm olaraq,

2) $a > 1, b \geq 0$ $a > 1, b \geq 0$ onda (5) – (7) məsələsi üçün limit amplitudu prinsipi doğrudur, yəni $t \rightarrow +\infty$,

$$U(t, x) = \tilde{U}(i\omega, x)e^{i\omega t} + \begin{cases} o\left(t^{-\frac{n}{2}}\right), & \text{əgər } n - \text{tək ədəddirsə,} \\ o\left(t^{-\frac{n}{2}} \ln t\right), & \text{əgər } n - \text{çüt ədəddirsə.} \end{cases}$$

[hər kompakt da $x \rightarrow \infty$ nəzərə alınaraq müntəzəm olaraq].

Burada $\tilde{U}(i\omega, x)$ (5) – (7) məsələsinə uyğun stasionar məsələsinin $k = i\omega$ olduqda həllidir.

$a = 1, b > 0$ teorem 5 II hissəsinin hökmi doğrudur.

$a \geq 0, b = 0$ A.B. İsgəndərov bu asiptotikanı tədqiq edib, teorem 5. II hissəsinin hökmi doğrudur.

TEOREM 6. Tutaq ki, $f(x) \in C_0^{(0,\infty)} \Pi$,

3) $a = 1, b > 0$. Onda $t \rightarrow +\infty$, (5) – (7) məsələsinin həlli üçün aşağıdakı asimptotik qiymətləndirmə doğrudur:

$$U(t, x) = \frac{C(n)b^{\frac{n}{2}}l^{-bx_{n+1}}t^{-\frac{n}{2}}l^{bt}}{\pi(b-i\omega)sh2hb} \int_{\Pi} l^{-by_{n+1}} f(x-y) dy \times$$

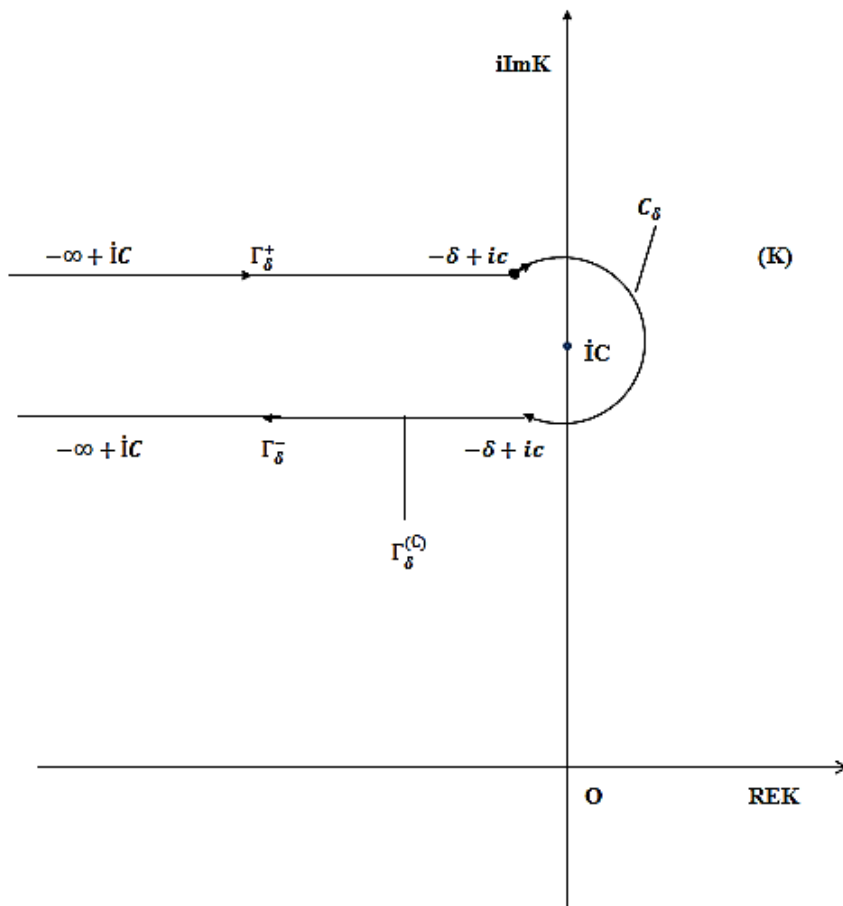
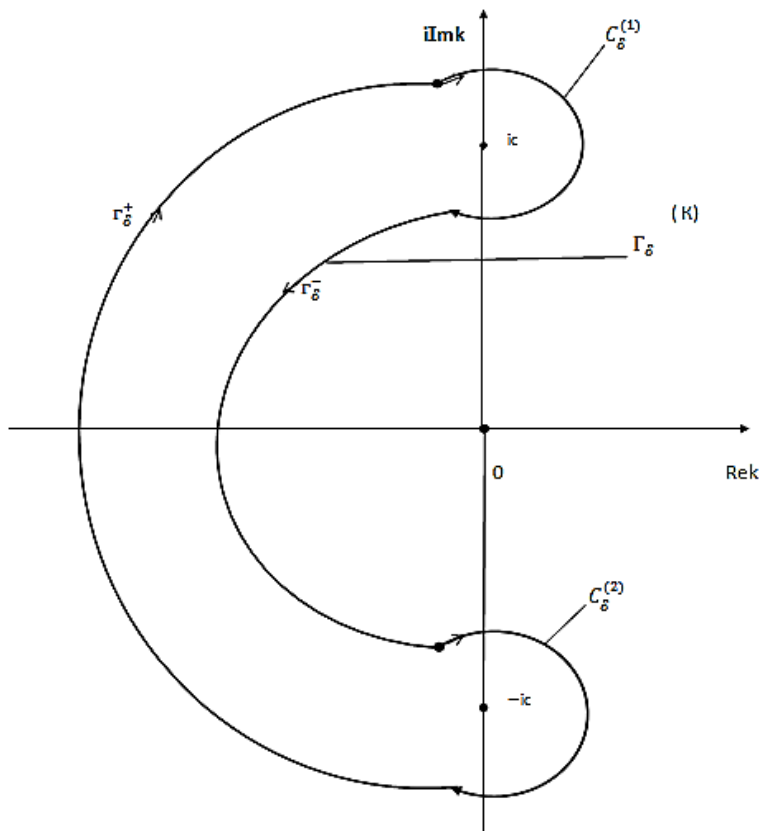
$$\times \begin{cases} 1 + O(t^{-1}), & \text{əgər } n - \text{təkdirsə,} \\ 1 + O(\ln^{-1}t), & \text{əgər } n - \text{çütdürsə.} \end{cases}$$

Bu asimptotikadan görürük ki, $U(t, x)$ $t \rightarrow +\infty$ olduqda eksponensial artır.

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

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

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



NƏTİCƏ

Bu məqalədə Çoxölçülü zolaqda zamana görə törəmə sərhəd şərtinə daxil olduqda dalğa tənliyi üçün qoyulmuş qarışıq məsələ $t \rightarrow +\infty$ olduqda tədqiq edilmiş və aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. Çoxölçülü zolaqda impedans sərhəd şərtləri ilə verilmiş sərhəd məsələsinin Qrin funksiyası qurulmuş və bu məsələ üçün limit udulma prinsipi isbat edilmişdir.
2. Çoxölçülü zolaqda dalğa tənliyi üçün zamana görə törəmə sərhəd şərtinə daxil olan qarışıq məsələnin həllinin varlığı və yeganəliyi isbat edilmişdir.
3. Çoxölçülü zolaqda dalğa tənliyi üçün zamana görə törəmə sərhəd şərtinə daxil olan qarışıq məsələnin həllinin $t \rightarrow +\infty$ olduqda asimptotik ayrılışı alınmışdır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. Москва, “Наука”, 1973, 341 с.
2. Свешников А. Г. Принцип излучения. ДАН СССР, 1950, т.73, №5, с.917-920.
3. Свешников А. Г. Принцип предельного поглощения для волновода. ДАН СССР, 1951, т.80, № 3, с.345-347.
4. Искендеров Б. А. Принципы излучения для эллиптических уравнений высокого порядка в цилиндрической области. Журнал вычислительной математики и математической физики. 1996, т.36, №1, с.73-91.
5. Боровиков В. А. Дифракция на многоугольниках и многогранниках. Москва, “Наука”, 1966, 455 с.
6. Врагов В. Н. О смешанной задаче для волнового уравнения в слое с производной по времени в граничном условии. Краевые задачи для неклассических уравнений математической физики. Новосибирск, 1989, с.100-109.
7. Suleymanov S. E., Mamedova Sh. D. Limiting absorption principle for the Helmholtz 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 a mixed 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. Искендеров Б. А. Мехтиева А. И. Принципы излучения для уравнения Гельмгольца в многомерном слое с импедансными краевыми условиями. Дифференциальные уравнения, 1993, т.29, №8, с.1462-1464.

THE CAUCHY PROBLEM FOR PARABOLIC NONLOCAL DIFFERENTIAL OPERATORS EQUATIONS

Hummet K. Musaev

Baku State University, Baku, Azerbaijan

Aytac A. Nabieva

Baku State University, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

In this paper, we study the maximal regularity properties of the Cauchy problem for the abstract nonlocal parabolic equation with parameters in weighted spaces.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \sum_{|\alpha| \leq l} \varepsilon_\alpha a_\alpha * D^\alpha u + A * u = f(t, x), t \in (0, T), x \in \mathbb{R}^n, \quad (1)$$

$$u(0, x) = 0, x \in \mathbb{R}^n, 0 < T < \infty,$$

in E -valued mixed $L_{p,\gamma}$ spaces, where $a_\alpha = a_\alpha(x)$ are complex-valued functions, l is a natural number, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$, α_k are nonnegative integers, $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$, $\varepsilon_\alpha = \prod_{k=1}^n \varepsilon_k^{\alpha_k}$, ε_k are positive parameter and $A = A(x)$ is a linear operator in a Banach space E .

Firstly, consider the following nonlocal differential operator equation

$$\sum_{|\alpha| \leq l} \varepsilon_\alpha a_\alpha * D^\alpha u + A * u = f(x), x \in \mathbb{R}^n. \quad (2)$$

We defined sufficient conditions for the separability of a linear problem which are the followings.

Condition 1. Suppose the followings are satisfied:

$$(1) \quad L_\varepsilon(\xi) = \sum_{|\alpha| \leq l} \varepsilon_\alpha \widehat{a}_\alpha(\xi) (i\xi)^\alpha \in S_{\varphi_1}, \varphi_1 \in [0, \pi) \text{ for } \xi \in \mathbb{R}^n,$$

$$|L_\varepsilon(\xi)| \geq C \sum_{k=1}^n \varepsilon_k |\widehat{a}_{\alpha(l,k)}| |\xi_k|^l, \alpha(l,k) = (0, 0, \dots, l, 0, 0, \dots, 0), \text{ i. e. } \alpha_i = 0, \\ i \neq k, \alpha_k = l, i = 1, 2, \dots, n;$$

$$(2) \quad \widehat{a}_\alpha \in C^{(n)}(\mathbb{R}^n) \text{ and}$$

$$|\xi|^{|\beta|} |D^{(\beta)} \widehat{a}_\alpha(\xi)| \leq C_1, \beta_k \in \{0, 1\}, 0 \leq |\beta| \leq n;$$

$$(3) \quad \text{for } 0 \leq |\beta| \leq n, \xi, \xi_0 \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\}:$$

$$[D^\beta \widehat{A}(\xi)] \widehat{A}^{-1}(\xi_0) \in C(\mathbb{R}^n; B(E)), |\xi|^{|\beta|} \|[D^\beta \widehat{A}(\xi)] \widehat{A}^{-1}(\xi_0)\|_{B(E)} \leq C_2.$$

Here $\widehat{A}(\xi)$ is a uniformly φ -sectorial operator in E with $\varphi \in [0, \pi)$.

Let E_0 and E be two Banach spaces, where E_0 is continuously and densely embedded into E . Suppose l is an integer and $Z_0 = W_{p,\gamma}^{1,l}(\mathbb{R}_T^{n+1}; E_0, E)$ denotes the space of all functions $u \in Z$ such that the generalized derivatives $D_t u, D_k^l u \in Z$, with the norm

$$\|u\|_{Z_0} = \|u\|_{Z(E_0)} + \|D_t u\|_Z + \sum_{k=1}^n \|D_k^l u\|_Z,$$

where

$$Z(E_0) = L_{p,\gamma}(\mathbb{R}_T^{n+1}; E_0).$$

Let's state the main result for this paper.

Theorem 1. Assume that Condition 1 holds and E is a Banach space satisfying the multiplier condition with respect to weighted function γ and $p \in (1, \infty)$ for $\varphi \in (\frac{\pi}{2}, \pi)$. Then the equation (1) has a unique solution $u \in W_{p,\gamma}^{1,l}(\mathbb{R}_T^{n+1}; E(A), E)$. Moreover, the following coercive uniform estimate holds

$$\left\| \frac{\partial u}{\partial t} \right\|_Z + \sum_{|\alpha| \leq l} \varepsilon_\alpha \|a_\alpha * D^\alpha u\|_Z + \|A * u\|_Z \leq C \|f\|_Z. \quad (3)$$

KEYWORDS: Nonlocal equations, Cauchy problem, sectorial operators, R-boundedness, weighted spaces.

**QARABAĞDA YAŞIL KONSEPSİYA: EKOLOJİ BAXIŞ VƏ SAĞLAM GƏLƏCƏK ÜÇÜN
HƏMRƏYLİK TENDENSİYALARI**

**GREEN CONCEPT IN KARABAKH: ECOLOGICAL VIEW AND SOLIDARITY TRENDS
FOR A HEALTHY FUTURE**

Cavadova Aytac Murad qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

0000-0003-2033-7754

Həsənli Fəridə Vaqif qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

0009-0008-7929-4326

XÜLASƏ

Son zamanlar enerjiyə tələbat artdığından və yaranan enerji qıtlığına əsasən “yaşıl enerji” məsələsi aktual məsələlərdəndir. Enerji resursları və potensialı ilə zəngin olan ölkəmiz isə bu mənada bir sıra dövlətlərin maraq dairəsindədir. Azərbaycanla tərəfdaşlıqda maraqlı olan ölkələrin sayı artır, çünki ölkəmiz dünyanın enerji tələbatını, həmçinin, öz potensialını nəzərə alaraq, bu sahədə mövcud tələbata uyğun olaraq məqsəd və planlarını həyata keçirir. Enerji ehtiyatı ilə zəngin olan rayonlarımıza nəzər saldıqda, bu rayonlarımızdan biri də işğaldan azad olunmuş Qarabağ ərazisidir. Qarabağ ərazisinin enerji potensialı nəzərə alınmaqla tətbiq ediləcək müxtəlif yaşıl texnologiyalar üzrə təhlillər aparılıb, belə ki, Azərbaycanın bərpa olunan enerji mənbələrindən geniş istifadə planları ölkəmizin inkişaf strategiyasına tam uyğundur. Eyni zamanda, bu regionlarda su, günəş, külək, biokütlə, geotermal və digər bərpa olunan enerji potensialının öyrənilməsi, mövcud ehtiyatlardan istifadə etməklə külək və günəş elektrik stansiyalarının tikintisi, həmçinin su elektrik stansiyalarının tikintisi üçün davamlı tədqiqatlar aparılır. Respublikamızın yerli su ehtiyatlarının 25 faizi, yəni ildə 2 milyard 560 milyon kubmetr Qarabağ və Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonlarının zəngin su ehtiyatlarının payına düşür. Aparılan ilkin təhlillərə görə, Kəlbəcərdə sutkada 3093 kubmetr, Şuşada isə 412 kubmetr termal su olduğu ehtimal edilir. Yaşıl Enerji Zonasının yaradılması çərçivəsində işğaldan azad edilmiş ərazilərdə bərpa olunan enerji mənbələrindən elektrik enerjisi istehsalı, enerji səmərəliliyi tədbirləri, elektrik nəqliyyat vasitələrinin istifadəsi, binaların damlarında bərpa olunan enerji cihazlarının (xüsusilə günəş panellərinin) quraşdırılması, kimi o cümlədən küçə və yolların işıqlandırılması üçün günəş enerjisinə əsaslanan LED lampaların istifadəsi, istilik, soyutma və isti su təchizatında bərpa olunan enerji texnologiyalarından istifadə, enerjinin intellektual idarə olunması texnologiyalarının tətbiqi və enerji yönümlü tullantıların idarə edilməsi kimi tədbirlər nəzərdə tutulur və planlaşdırılır.

Açar sözlər: Yaşıl enerji, yaşıl texnologiya, alternativ enerji, yaşıl ideologiya, elektrik stansiyaları, su anbarı.

ABSTRACT

Due to the recent increase in energy demand and the resulting energy shortage, the issue of "green energy" is one of the most urgent issues. Our country, which is rich in energy resources and potential, is in the interest of a number of countries in this sense. The number of countries interested in partnership with Azerbaijan is increasing, because our country is implementing its goals and plans in accordance with the current demand in this field, taking into account the world's energy demand, as well as its own potential. If we look at our regions rich in energy reserves, one of these regions is the territory of Karabakh freed from occupation. Analyzes of various green technologies to be applied taking into account the energy potential of the Karabakh territory were carried out, so that the plans for the extensive use of renewable energy sources of Azerbaijan are fully compatible with the development strategy of our country. At the same time, continuous research is being conducted in

these regions to study the potential of water, solar, wind, biomass, geothermal and other renewable energy, to build wind and solar power plants using existing resources, as well as to build hydropower plants. 25 percent of the local water resources of our republic, i.e. 2 billion 560 million cubic meters per year, belong to the rich water resources of Karabakh and East Zangezur economic regions. Based on the preliminary analyzes conducted, it is assumed that there are 3093 cubic meters of thermal water in Kalbajar and 412 cubic meters in Shusha per day. Within the framework of the establishment of the Green Energy Zone, electricity generation from renewable energy sources in the liberated areas, energy efficiency measures, use of electric vehicles, installation of renewable energy devices (especially solar panels) on the roofs of buildings, such as solar-based street and road lighting Measures such as the use of LED lamps, the use of renewable energy technologies in heating, cooling and hot water supply, the application of intelligent energy management technologies and energy-oriented waste management are envisaged and planned.

Keywords: Green energy, green technology, alternative energy, green ideology, power plants, reservoir.

РЕЗЮМЕ

В связи с недавним увеличением спроса на энергию и, как следствие, дефицитом энергии, вопрос «зеленой энергетики» является одним из наиболее актуальных вопросов. Наша страна, богатая энергетическими ресурсами и потенциалом, в этом смысле отвечает интересам ряда стран. Число стран, заинтересованных в партнёрстве с Азербайджаном, растёт, поскольку наша страна реализует свои цели и планы в соответствии с текущим спросом в этой сфере, с учётом мировых энергетических потребностей, а также собственного потенциала. Если мы посмотрим на наши регионы, богатые запасами энергоресурсов, то одним из таких регионов является освобожденная от оккупации территория Карабаха. Был проведен анализ различных зеленых технологий, которые будут применяться с учетом энергетического потенциала территории Карабаха, с тем, чтобы планы по широкому использованию возобновляемых источников энергии Азербайджана были полностью совместимы со стратегией развития нашей страны. В то же время в этих регионах проводятся постоянные исследования по изучению потенциала водной, солнечной, ветровой, биомассы, геотермальной и других возобновляемых источников энергии, по строительству ветряных и солнечных электростанций с использованием существующих ресурсов, а также по строительству гидроэлектростанций. 25 процентов местных водных ресурсов нашей республики, то есть 2 миллиарда 560 миллионов кубических метров в год, принадлежат богатым водным ресурсам Карабахского и Восточно-Зангезурского экономических районов. На основании проведенных предварительных анализов предполагается, что в Кельбаджаре имеется 3093 кубометра термальной воды, а в Шуше - 412 кубометров в сутки. В рамках создания Зоны зеленой энергии, производство электроэнергии из возобновляемых источников энергии на освобожденных территориях, меры по энергоэффективности, использование электромобилей, установка устройств возобновляемой энергии (особенно солнечных панелей) на крышах зданий, таких как Уличное и дорожное освещение на основе солнечной энергии. Предусмотрены и запланированы такие меры, как использование светодиодных ламп, использование технологий возобновляемых источников энергии в отоплении, охлаждении и горячем водоснабжении, применение интеллектуальных технологий управления энергопотреблением и энергоориентированное управление отходами.

Ключевые слова: Зеленая энергетика, зеленые технологии, альтернативная энергетика, зеленая идеология, электростанции, водохранилище.

**BETONDA İKAME EDİLEN BOR VE SİLİS MADEN ATIKLARININ KİRLİLİK VE TANE
YÜZEY YÜKLERİ AÇISINDAN DAYANIMA ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF THE STRENGTH EFFECTS OF BORON AND SILICA MINING
TAILINGS SUBSTITUTED IN CONCRETE IN TERMS OF POLLUTION AND PARTICLE
SURFACE CHARGES**

Doç. Dr. Deniz ADIGÜZEL

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0002-1611-1296

Doç. Dr. Serkan TÜYLÜ

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0002-8128-9840

Dr. İsmail DEMİR

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Cevher Hazırlama ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0003-0949-7706

ÖZET

Maden atıkları yönetiminde ortaya çıkan en önemli sorunlardan biri atık miktarının bertarafı ya da güvenli bir şekilde depolanabilmesidir. Atık miktarı düşük tenörle ters maden kazı ve üretim faaliyetleri ile de doğru orantılıdır. Özellikle endüstriyel madencilik alanındaki bor ve silis üretimleri sırasında oluşan atıkların farklı sektörlerde kullanımı ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bunlardan en önemlisi olarak adlandırılabilir olanı ise beton sektörüdür. Bu çalışmada harç çubukları ile oluşturulan beton numunelerinde, kum ikamesi olarak bor ve silis atıkları kullanılmış ve dayanımları ölçülmüştür. Ayrıca kullanılan bu atıklara metilen mavisi ve zeta potansiyeli deneyleri yapılmıştır. Böylece bor ve silis maden atıklarının kirlilik ve tane yüzey kuvveti açısından dayanıma etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre bor atıklarının metilen mavisi değerleri de düşünülerek karışım sırasında topraklandığı ve çimento ile iyi bir etkileşime giremeyerek %10'daki ikame oranından sonra hızla dayanımı düşürdüğü, silis atıklarının ise ikame oranı arttıkça dayanım düşmesine rağmen bor atıklarına göre birbirine daha yakın dayanım değerlerinde kaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel maden atıkları, Metilen mavisi, Zeta potansiyeli, Dayanım.

ABSTRACT

One of the most important problems in mine waste management is the disposal or safe storage of the amount of tailings. It is inversely proportional to the low grade and mining excavation and production activities. Various research is being carried out on tailings generated during boron and silica production, especially in industrial mining, in different sectors. The most important of these is the concrete sector. In this study, boron and silica tailings were used as sand substitutes in concrete samples created with mortar bars, and their strengths were measured. Additionally, methylene blue and zeta potential tests were performed on these tailings. Thus, the effects of boron and silica mine tailings on strength in terms of contamination and particle surface charge were investigated. According

to the results, it was determined that boron tailings, considering their methylene blue values, agglomerated together during the mixing and could not interact well with the cement and rapidly decreased their strength after the 10% substitution rate. At the same time, silica wastes remained at closer strength values than boron wastes, although the strength decreased as the substitution rate increased.

Keywords: Industrial mine tailings, Methylene blue, Zeta potential, Strength.

GİRİŞ

Madenlerde çıkartılan atığı en aza indirmek, işleme tabi tutmak, geri kazanmak ve bertaraf etmek için sürdürülebilir kalkınma prensibini dikkate alarak atık yönetim planlarını hazırlamak, maden endüstrisinden kaynaklanan atıkların yönetiminde büyük rol oynamaktadır. Böylece maden atıklarının çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Son zamanlarda artan çevre bilinci, madencilik faaliyetlerinde madencilik faaliyetleri sonucu oluşan atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi hususunda çeşitli araştırmalara yol açarak kendini göstermiştir. Özellikle çimento ve beton üretiminde katkı malzemesi olarak çeşitli atıkların kullanımına yönelik araştırmalar hız kazanmış, uygun miktarda atık malzeme kullanımıyla hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlanabileceği tespit edilmiştir (Tüylü, 2016; Adıgüzel, 2019).

Emtia piyasalarındaki en büyük oyunculardan olan Çin 14. Beş Yıllık Planında vurguladığı teknolojik gelişim, inovasyon ve enerjide emisyon değerlerinin düşürülmesi hedefleri; bakır, kobalt, nikel, lityum (özellikle ülkemizde son yıllarda bor atıklarında aranmasıyla öne çıkmaktadır), alüminyum, demir-çelik, baryum, silisyum, kadmiyum, tellür ve nadir toprak elementleri gibi materyallere olan talebi arttırabileceği düşünülmektedir. Maden üretimlerinde Dünya sıralamasında Türkiye: bor, feldispat ve pomza dünya 1'incisi; trona/soda külü, krom ve linyit dünya 2'ncisi; agrega üretiminde dünya 3'üncüsü (The UEPG araştırmaların göre) ;manyazit ve perlit dünya 3'üncüsü; bentonit, diatomit ve jips/alçı taşı dünya 4'üncüsü; stronsiyum dünya 5'incisi; vermikülit, antıman ve çimento dünya 6'ncısı; zeolit, barit, kireç ve kurşun dünya 8'incisi; kaolen ve tuz dünya 9'uncusudur (ETKB & TOBB, 2020).

Ülkemizin en önemli zenginliği olan borun, üretim ve talebi sürekli artan bir maden varlığı olması da gözönüne alındığında, zenginleştirme işlemleri sonucu açığa çıkan atık miktarında her geçen yıl artış gözlenmektedir. Özellikle kolemanitten borik asit üretimi esnasında açığa çıkan ve borojips olarak adlandırılan atık ile yapılan araştırmalar, borojipsin çimento bünyelerinde diğer alçıtaşlarının (fosfojips, fluorjips..) yerine alternatif bir madde olarak kullanılabilceğini göstermiştir (Sabah & Oruç, 2004). Bir diğer zenginliğimiz ise kuvars kumu malzemesi olup (pomza, diatomit ve perlit mineralleri ile birlikte) hafif bir yapı malzemeleri şeklinde gruplandırılmaktadır. 2 milimetreden daha küçük Granit tipi kayaçların ayrışmasıyla oluşan SiO₂ taneciklerine Kuvars Kumu denmektedir. Kuvars kumu kuvarsit malzemesinin öğütülmesi ile elde edilir ve silika tuğla üretmede, döküm ve cam sanayilerinde ve refrakter sanayilerinde kullanılabilir. SiO₂, CaO, MgO, Fe₂O₃, Co, P₂O₅, Cr, Al₂O₃ miktarları kuvars kumunun kullanım alanını belirleyen esas parametrelerdir. Yerkabuğunda oldukça fazla kuvars kumu olmasına rağmen, firmaların üründe birtakım fiziksel ve kimyasal özellikler aramalarından dolayı kuvars kumunun az bir miktarı ticari bir öneme sahiptir. Teknolojik değişimler sayesinde hammaddede de beklenen özellikler değişiklik gösterebilmektedir (Ören & Kocabaş, 2024).

Bu çalışmada bor ve silis madeni atıkları beton numuneleri için standart kum ikamesi olarak kullanılmıştır. Agregaların içerdiği kil miktarı ile metilen mavisi değerleri arasında ilişki bulunduğu birçok çalışmada kanıtlanmıştır. (Beixing, Mingkai ve Jiliang, 2011). Ayrıca zeta potansiyeli ölçümleri ile çimento hidratasyonu, jel yapı oluşumu ve kimyasal katkıların etkileri hakkında çalışmalar da vardır (Nägele, 1985). Fakat atıkların betonda kullanılması ile birlikte metilen mavisi ve zeta potansiyel çalışmaları literatürde yeterince bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada bor ve silis madeni atıklarının beton numuneleri için standart kum ikamesi olarak kullanılarak dayanımları ölçülmüştür. Ayrıca kullanılan atıklarla metilen mavisi ve zeta potansiyeli deneyleri yapılarak dayanımla arasındaki ilişkileri araştırılmıştır.

MALZEME VE YÖNTEM

Atıkların tane boyut dağılımı, şekilleri ve porozitesi gibi fiziksel özellikleri ve kimyasal içerikleri atıklı betonun mekanik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Beton içerisinde kullanılan ince agreganın tane boyut dağılımı, taze ve sertleşmiş betonun performansını etkileyebilmektedir. İnce agreganın tane boyutu ve spesifik yüzey alanı arttıkça hem eğilme hem de basınç dayanımı önce artar, sonra da azalır. Bunun nedeni, elektrostatik etkileşim ile ince parçacıkların aglomerasyonudur. Atıkların fiziksel özelliklerinin belirlenmesine ilişkin olarak; özgül ağırlığın belirlenmesi için helyum piknometresi, tane boyutu dağılımının belirlenmesi için lazer parçacık boyutu analiz cihazı, spesifik yüzey alanının belirlenmesi için çok noktalı Brunauer, Emmett ve Teller (BET) analizi yapılmış ve Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Atıkların fiziksel özellikleri

Parametreler	Bor Atığı	Silis Atığı
Özgül ağırlık	2.64	2.77
Spesifik yüzey alanı (m ² /g)	6.703E+00	2.063E+01
D ₁₀ (µm)	4.4	3.8
D ₃₀ (µm)	23	11.4
D ₅₀ (µm)	69.2	22.9
D ₆₀ (µm)	104.7	30.2
*Uniformluk katsayısı, Cu	23.8	7.94
*Eğrilik katsayısı, Cc	1.15	1.13

* Uniformluk katsayısı (Cu = D60/D10).

* Eğrilik katsayısı (Cc = (D30)²/(D60.D10)).

Atıkların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, temel oksitler için X-ışını Floresan (XRF) analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

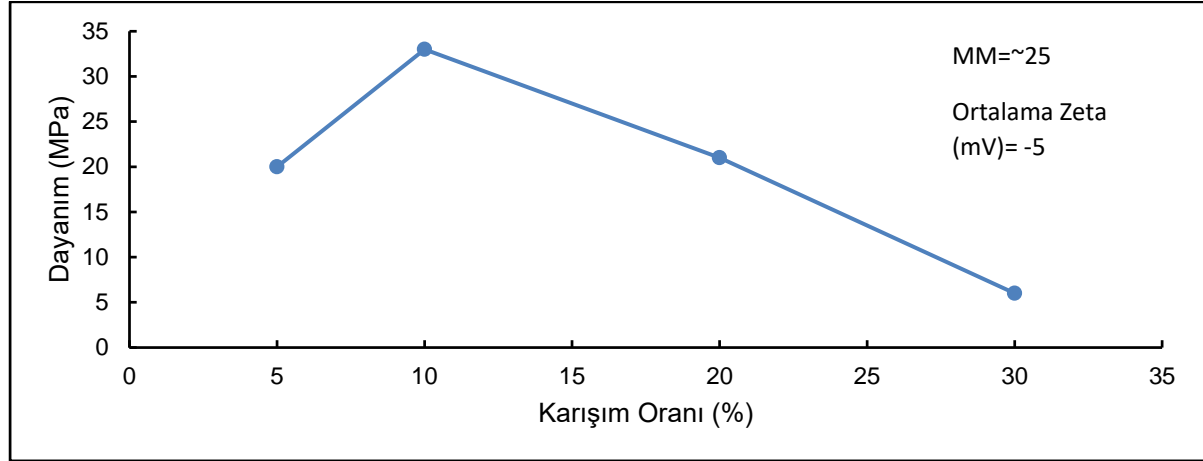
Tablo 2. Atıkların temel oksitleri

Atıklar	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)
Bor Atığı	17.2	1.03	0.37	68.2	0.23	9.32	0.66
Silis Atığı	83.9	9.03	0.74	0.08	2.22	0.17	0.10

Bor ve silis maden atıklarının TS EN 933-9 standardına göre metilen mavisi deneyi yapılmıştır. Daha sonra Brookhaven marka Zeta Plus model cihazda malzemelerin tane yükünü ölmek üzere saf su ile deneyler yapılmıştır (pH:7.05, EC:0 µs). Numuneler agat havanda -38 µm boyutuna getirilmiştir. %1’lik süspansiyonlarla (0,5 gr numune+49,5 g su) çalışılmıştır. Deneyler sırasında homojenizasyon için karıştırma işlemleri cam bagetler ile yapılmıştır. pH ve EC ölçümleri yapılır yapılmaz zeta ölçümlerine geçilmiştir. 10 ölçüm ve 3’er cycle olacak şekilde ölçümler yapılarak anlamlı değerlerin ortalaması alınmıştır. En son bu atıkların betonda ikame olarak kullanılıp kullanılmayacağı hususunda TS 196-1 standardına göre harç çubukları oluşturulmuş ve 28 günlük kür süresine göre dayanımları ölçülmüştür.

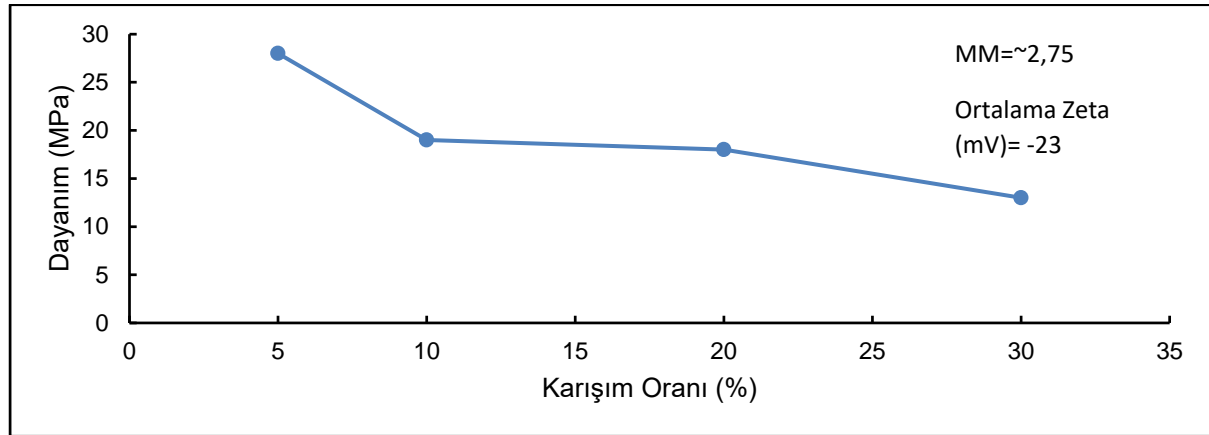
BULGULAR

Farklı oranlarda standart kum ikamesi olarak kullanılan Bor ve Silis madenleri proses atıklarıyla yapılan beton numunelerinin tek eksenli basma dayanım değerleri Şekil 1 ve 2’de verilmiştir. Ayrıca bu malzemelere ait metilen mavisi değerleri ve ortalama zeta potansiyeli değerleri grafikler üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Bor Atık ikameli beton numunelerinin 28. gündeki dayanımları

Şekil 1’de görüldüğü üzere, bor madeninin proses atıkları %5, %10, %20 ve %30 ikame olarak kullanıldığı numunelerin 28 günlük kür sürelerine göre dayanımları sırasıyla 20MPa, 33 MPa, 21 MPa ve 6 MPa olarak ölçülmüştür. En yüksek dayanımı %10 ikame oranı sağlamıştır. Ayrıca metilen mavisi 25, ortalama zeta potansiyeli değeri -5 mV olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Silis atık ikameli beton numunelerinin 28. gündeki dayanımları

Şekil 2’de görüldüğü üzere, silis madeninin proses atıkları %5, %10, %20 ve %30 ikame olarak kullanıldığı numunelerin 28 günlük kür sürelerine göre dayanımları sırasıyla 28MPa, 19 MPa, 18 MPa ve 13 MPa olarak ölçülmüştür. En yüksek dayanımı %5 ikame oranı sağlamıştır. Ayrıca metilen mavisi 2,75, ortalama zeta potansiyeli değeri -23 mV olarak belirlenmiştir.

SONUÇLAR

Sonuçlar incelendiğinde bor atıklarında %10 ikame oranında ve silis atıklarında ise %5 ikame oranlarında en yüksek dayanım sağlanmaktadır. Tane boyut dağılımlarına bakıldığında daha ince tane boyutuna sahip olan malzeme silis atıkları olsa da, kil ya da kirlilik olarak fikir veren metilen mavisi değeri ise 2,75 olarak ölçülmüştür. Bu durumun aksine bor atıkları daha iri boyutta olmasına rağmen metilen mavisi değeri 25 olarak ölçülmüş ve silis atıklarından daha killi ya da kirliliği bir malzeme olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca ortalama zeta potansiyeli yükleri de incelendiğinde bor atıkları -5 mV, silis atıkları ise -23 mV olarak belirlenmiştir. Zeta potansiyelindeki yük değerleri mutlak değerce büyüdükçe malzemelerin dispersiyona uğradıkları, ± 5 mV aralığında ise topaklandıkları genel olarak bilinmektedir. Bu durumda bor atıklarının metilen mavisi değerleride düşünülerek karışım sırasında topaklandığı ve çimento ile iyi bir etkileşime giremeyerek %10'daki ikame oranından sonra hızla dayanımı düşürdüğü ifade edilebilmektedir. Silis atıklarında da ikame oranı arttıkça dayanım düşmesine rağmen bor atıklarına göre birbirine daha yakın dayanım değerleri belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, D., (2019). Farklı Katı İçeriklerindeki Macun Malzemenin Reolojik Davranışlarının İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi.
- Beixing, L., Mingkai, Z. & Jiliang, W. (2011). Effect Of The Methylene Blue Value Of Manufactured Sand On Performances Of Concrete, Journal Of Advanced Concrete Technology, p.127-132. doi: <https://doi.org/10.3151/jact.9.127>.
- ETKB & TOBB, (2020). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı & Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye Madencilik Sektörü Gelişim Raporu. TOBB Yayın No:2021/25, ISBN No :978-605-137-862-6.
- Nägele, E. (1985). The Zeta-Potential of Cement, Cement and Concrete Research, Volume 15, Issue 3, May 1985, Pages 453-462, [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(85\)90118-8](https://doi.org/10.1016/0008-8846(85)90118-8).
- Ören, S., & Kocabaş, S. (2024). Silis Kumu Hazırlama ve Termik Santrallerden Kaynaklanan Sanayi Atıkların Yeniden Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması. International Journal of Engineering Research and Development, 16(1), 66-73. <https://doi.org/10.29137/umagd.1264591>.
- Sabah, E. & Oruç, F. (2004). Bor Atıklarının Değerlendirilmesine Yönelik Türkiye'de Yapılan Bilimsel Araştırmalar. II. Bor Çalıştayı, Zonguldak.
- TS EN 933-9 (2022). Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 9: İnce Tanelerin Tayini - Metilen Mavisi Deneyi. TSE Standartı.
- TS 196-1 (2016). Çimento Deney Metotları - Bölüm 1: Dayanım Tayini. TSE Standartı.
- Tüylü, S., (2016). Maden Tesis Atıklarının Yerüstünde Depolanmasında En Uygun Tasarım Koşullarının Belirlenmesi, Ocak 2016, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

**SİLİS ATIKLARIYLA OLUŞTURULAN KARIŞIMLARIN MACUN MALZEME AÇISINDAN
REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**
**INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MIXTURES MADE WITH
SILICA TAILINGS IN TERMS OF PASTE MATERIAL**

Doç. Dr. Serkan TÜYLÜ

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0002-8128-9840

Doç. Dr. Deniz ADIGÜZEL

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0002-1611-1296

Dr. İsmail DEMİR

*İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Cevher Hazırlama ABD, İstanbul / Türkiye.*

ORCID ID: 0000-0003-0949-7706

ÖZET

Maden zenginleştirme tesislerinden çıkan su ağırlıklı proses atık karışımının, boru hattı ile yerüstü bertaraf ya da depolama noktalarına taşınabilmesi için belirli bir akışkanlığa sahip olması gerekmektedir. Bu durumda verimli ve ekonomik bir nakil, minimum enerji ve maksimum oranda katı malzeme içeren karışım ile mümkün olmaktadır. Ancak katı içeriğinin artması, karışımın akışkanlığını azalttığı için viskozite ve akma gerilmesi değerlerini artırarak boru hattında sürtünme kayıplarına ve tıkanmalara neden olmaktadır. Bu nedenle, atıkların pompalanabilirliğinde en önemli faktörlerden birisi de zenginleştirme sonrası oluşan atık karışımının reolojik özellikleridir. Bu çalışmada yapılan reoloji deneyleri ile farklı katı oranlarında hazırlanan silis proses atık malzemesinin kritik pülpte katı oranındaki akma gerilmesi ve kayma gerilmesi-kayma hızı ilişkisindeki akış özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, silis proses atık malzemesi için macun oluşturma katı oranı alt limitinin %56, macun malzeme oluşumu için kritik katı oranı değerinin ise %65 olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Silis maden proses atığı, Reolojik özellikler, Macun formu.

ABSTRACT

The water-based process waste mixture from mineral beneficiation facilities must have a certain fluidity to be transported via pipeline to aboveground disposal or storage points. In this case, efficient and economical transportation is possible with a mixture containing minimum energy and maximum solid material. However, increasing the solid content reduces the fluidity of the mixture, thus increasing the viscosity and yield stress values, causing friction losses and blockages in the pipeline. Therefore, one of the most important factors in the pumpability of waste is the rheological properties of the waste mixture formed after enrichment. With the rheology experiments carried out in this study, the flow properties of the silica process waste material prepared with different solid ratios, the yield stress at the critical pulp solid ratio, and the shear stress-slip velocity relationship were determined. As a result, it was determined that the lower limit of the solid rate for forming paste for silica process waste material was 56%, and the critical solid rate for paste material formation was 65%.

Keywords: Silica mine process tailings, Rheological properties, Paste form.

GİRİŞ

Silis Kumu veya Kuvars Kumu; Kuvarsça zengin magmatik, metamorfik kayaçların ayrışması sonucu oluşan, tane boyutları 2.00-0.05 mm arasında değişen kuvars (SiO_2) tanecikleridir. Kuvars kumları beyaz olup, demir oksit içeren kumların rengi pembeden kızıla veya kahverengiye kadar değişir. Silisten oluşan kuvars kumu az miktarda kil, feldspat, demir oksitler ve karbonatlar içerebilirler. Kuvars kumlarını yıkama, kurutma ve eleme tesislerinde işlenerek sanayi kumları olarak satışa sunmaktadır. Kuvars kumu kuvarsit malzemesinin öğütülmesi ile elde edilir ve silika tuğla üretiminde, döküm ve cam sanayilerinde ve refrakter sanayilerinde kullanılabilir. SiO_2 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , P_2O_5 , Al_2O_3 miktarları kuvars kumunun kullanım alanını belirleyen esas parametrelerdir. Yerkabuğunda oldukça fazla kuvars kumu olmasına rağmen, firmaların üründe birtakım fiziksel ve kimyasal özellikler aramalarından dolayı kuvars kumunun az bir miktarı ticari bir öneme sahiptir. Teknolojik değişimler sayesinde hammaddede de beklenen özellikler değişiklik gösterebilmektedir (Ören & Kocabaş, 2024).

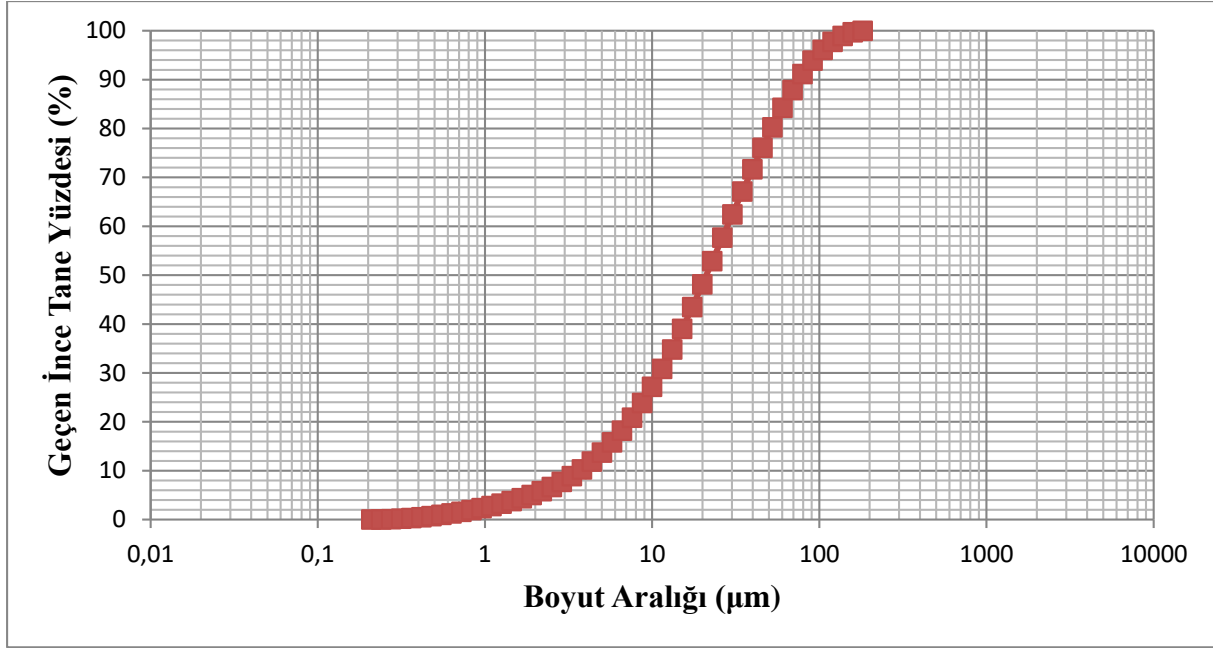
Silis kumu üretim oranına bağlı olarak büyük miktarlarda proses atığı meydana gelmektedir. Maden zenginleştirme prosesleri sonrasında oluşan atıklar ekonomik yönden değersiz olmalarının yanısıra iyi belirlenememiş bir yöntemle depolanması maden işletmesine her gün ekstra mali yük olarak yansımaktadır. Aynı zamanda çevresel riskleri de içinde barındırmaktadır. Maden atıklarını oluşturan malzemeyi depolamak ya da bertaraf etmek için birçok seçenek mevcuttur (Tüylü, 2016; Adıgüzel, 2019). Maden proses atıklarının bertaraf yöntemleri, genelde atığın türü, uygulanan yöntemin amacı, yeri, yerleşimi, yapım biçimi ve su deşarjı durumuna göre değişiklikler göstermektedir. Bu yöntemlerden biri olan macun teknolojisi, cevher zenginleştirme proses atıklarının koyulaştırma ya da filtrasyon yardımı ile susuzlandırıldıktan sonra belli bir oranda su ve gerekli görüldüğü takdirde bağlayıcı malzeme ilavesi ile iyice karıştırılarak pompalanabilir kıvamda ince taneli malzemenin elde edilmesiyle oluşan son ürün olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir kıvama getirilmiş olan atık malzemesi hem pompalanabilir hem de depolama alanında akışkanlığı durduğu anda, kısa sürede kuruyabilir kalınlıkta olması gerekir (Tüylü vd. 2019).

Zenginleştirme tesislerinden çıkan su, kimyasal ve atık karışımının, boru hattı ile yerüstü bertaraf noktalarına taşınabilmesi için belirli bir akışkanlığa sahip olması gerekmektedir. Bu yüzden verimli ve ekonomik bir nakil, minimum enerji ve maksimum oranda katı malzeme içeren karışım ile mümkün olmaktadır. Ancak, katı oranının artması, karışımın akışkanlığını azalttığı için viskozite ve akma gerilmesi değerlerini artırmaktadır. Bu da boru hattında sürtünme kayıplarına ve tıkanmalara neden olur. Dolayısıyla nakliye verimi de düşer. Bu nedenle, atıkların borularla nakliyesinde göz önüne alınması gereken en önemli faktörlerden birisi, zenginleştirme sonrası oluşan atık karışımının reolojik özellikleridir. Reolojik açıdan bakıldığında atık malzemeler; Non-Newtonian özellik gösteren karışımlar olmakta ve genellikle Bingham plastik akışları olarak sınıflandırılmaktadır (Barnes, 1997; Kahraman, 2013; He vd. 2014; Adıgüzel, 2019).

Bu çalışmada silis ocağı proses atıklarının macun kıvamına getirilerek malzemenin yerüstü depolama tesislerine taşınması için gerekli (non newtonian davranış gösterdiği alt ve üst) katı oranları belirlenmiştir. Yapılan reoloji deneyleri sonuçlarına göre farklı katı oranlarında hazırlanan silis proses atık malzemesinin kritik pülpte katı oranındaki (PKO) akma gerilmesi ve akış özellikleri belirlenmiştir.

MALZEME ve YÖNTEM

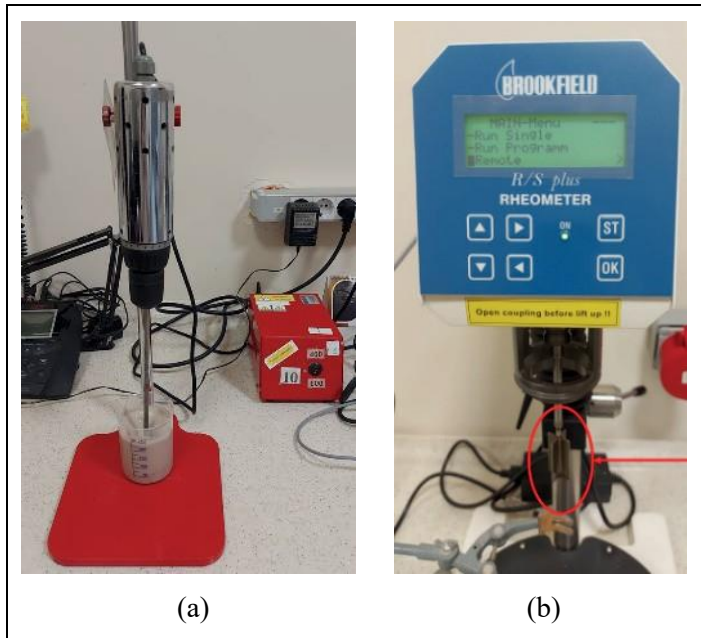
Çalışma kapsamında kullanılan malzeme silis ocağı proses atıklarıdır. Atığın fiziksel özelliklerinin belirlenmesine ilişkin olarak; helyum piknometresi ile özgül ağırlığı $2.77 \text{ g}^2/\text{cm}^3$, çok noktalı Brunauer, Emmett ve Teller (BET) analizi ile spesifik yüzey alanı $2.063\text{E}+01 \text{ m}^2/\text{g}$, lazer parçacık boyutu analiz cihazı ile tane boyutu dağılımı belirlenmiştir. Silis proses atığının tane boyut dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Silis proses atığının tane boyut dağılımı

Şekil 1' göre uniformluk katsayısı (Cu) 7.94, eğrilik katsayısı (Cc) 1.13 olarak hesaplanmıştır.

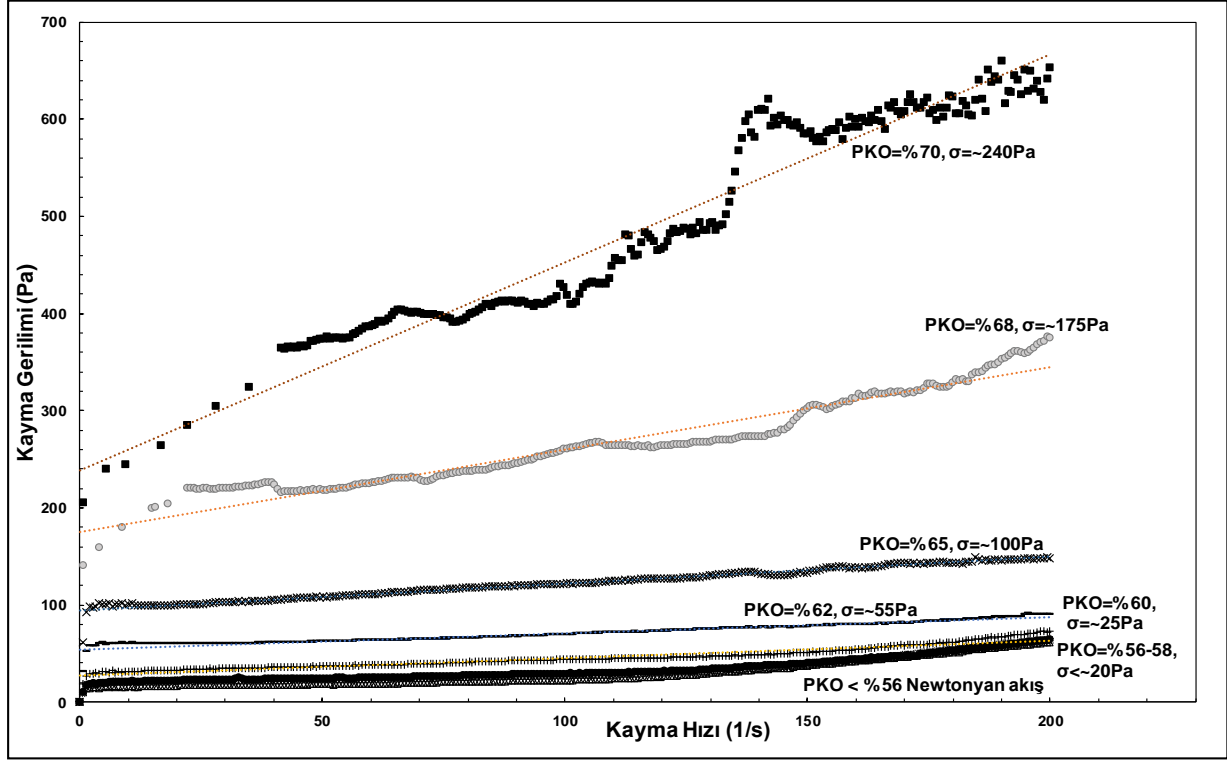
Yöntem olarak macuna göre karışım malzemesi hazırlanırken farklı oranlarda artık ve su (deiyonize) kullanılarak çok sayıda karışım hazırlanmış ve bir laboratuvar tipi karıştırıcı ile ~15 dk sabit devirde (500 rpm) karıştırılmıştır (Şekil 2a). Bütün reolojik testler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda maksimum kayma hızı 200 s^{-1} olarak belirlenmiş ve özellikle yoğun sıvıların reolojik davranışlarının belirlenmesinde tercih edilen vane metodu kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Bu metod için ölçümler sırasında kullanılan vane spindle ucun çapı 20 mm, boyu ise 40 mm'dir (Şekil 2b).



Şekil 2. Laboratuvar tipi karıştırıcı ile süspansiyonun karıştırılması (a), reometre cihazı ve kullanılan vane spindle uç (b) (Cantürk vd., 2022)

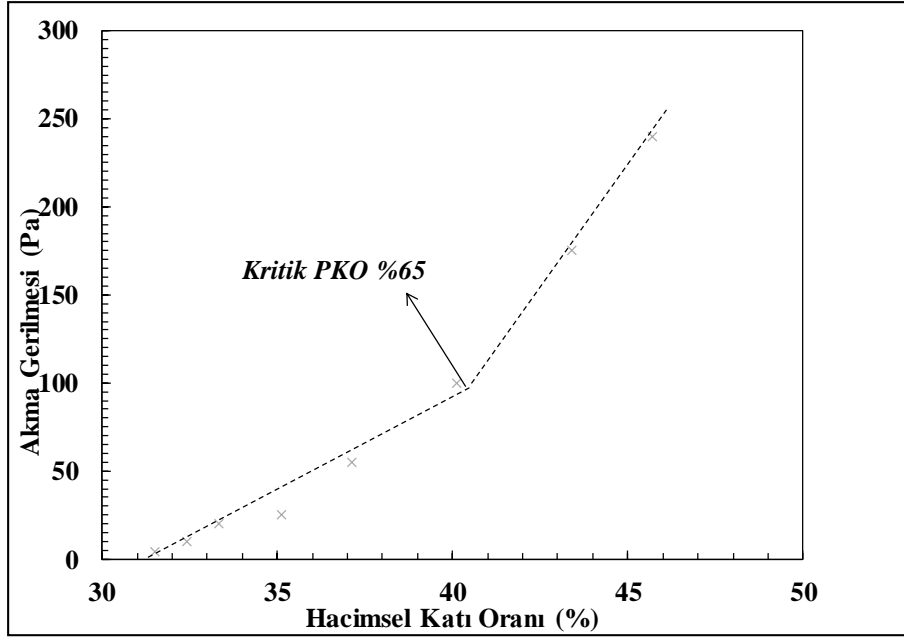
BULGULAR

Farklı pülpte katı oranında oluşturulan silis ocağı proses atık malzemesi üzerinde yapılan reoloji testleri sonucunda karışım malzemelerinin değişen kayma hızına bağlı kayma gerilmesi değerleri belirlenmiş ve bu ilişkiler Şekil 3'te verilmiştir. Ayrıca bu karışım malzemelerinin akma gerilmelerine göre kritik PKO değeri Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Farklı pülpte katı oranlarına sahip silis atığı malzemesinin kayma hızına bağlı kayma gerilmesi değişimi

Şekil 3'te görüldüğü üzere PKO %56'dan büyük ise malzeme reolojik açıdan farklı davranmaktadır. Bu karışımların Bingham tipi akış davranışına uyduğu belirlenmiştir. Macun karışımlar Newtonyan olmayan akışkan özellikleri sergiler ve genellikle 'Bingham plastik akışkanları' olarak sınıflandırılır (Lang vd., 2015). Bu değerden daha küçük PKO değerlerine sahip macun malzemelerin akma değerlerinin sıfır olması nedeniyle, bu karışımlar reolojik olarak Newton tipi akış davranışı sergilemektedir. Bu sonuçlara göre silis atığı malzemesi için macun oluşturma alt limitinin %56 olduğu söylenebilmektedir. PKO %70'den büyük ise silis atık malzemelerin akma gerilmesi ve viskozite değerleri beklenildiği gibi katı oranına bağlı olarak artmaktadır. Yüksek viskozite ve akma gerilimi oluşması nedeniyle %70'den daha yüksek PKO'nda reolojik ölçümler yapılamamıştır.



Şekil 4. Akma gerilmesine göre Kritik PKO değeri

Şekil 4'e göre akma gerilmesi katı oranına bağlı olarak artmaktadır. Silis ocağı proses atıklarının PKO %65'ten fazla olduğu durumlarda akma gerilmesinde ani bir artış gözlenmektedir. Buna bağlı olarak da malzemenin pompalanabilirlik maliyetlerinde de artış olacaktır. Çünkü katı miktarı arttıkça pompalama maliyeti ve sürtünmeye bağlı olarak pompa maliyetleri artacaktır.

SONUÇLAR

Silis madeni proses atıklarının macun kıvamına getirilerek yüksek katı içeriğin yerüstü depolama alanlarına taşınması için gerekli katı oranları bu çalışma kapsamında belirlenmiştir. Yapılan reoloji deneylerine göre farklı katı oranlarında hazırlanan silis atık malzemesinin akma gerilmesi ve akış özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre 100 Pa akma gerilmesine sahip %65 PKO'na uygun bir pompa seçimi yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, D., (2019). Farklı Katı İçeriklerindeki Macun Malzemenin Reolojik Davranışlarının İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi.

Barnes, H., A., (1997). Thixotropy- A Review. J. Non-Newtonian Fluid. Mech. 1997, Vol. 70. 1-33. [https://doi.org/10.1016/S0377-0257\(97\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S0377-0257(97)00004-9).

Cantürk G., Demir S., Tüylü S., Eker H., & Adıgüzel D., (2022). Bor Atıklarıyla Oluşturulan Macun Malzemenin Reolojik Özelliklerinin İncelenmesi, 8. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, İstanbul, Türkiye, 8 - 10 Aralık 2022, ss.386-394.

He, M., Wang, Y., & Forssberg, E., (2004). Slurry Rheology in Wet Ultrafine Grinding of Industrial Minerals: A Review, 2004; Powder Technology, 147, 94-112. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2004.09.032>

Kahraman, E., (2013). Maddelerin Akış Özelliği -Reoloji, Kasım 2013.

Lang, L., Song, K., Lao, D., & Kwon, T., (2015). Rheological Properties of Cemented Tailing Backfill and the Construction of A Prediction Model. Materials 8, 2076-2092. <https://doi.org/10.3390/ma8052076>.

Ören, S., & Kocabaş, S., (2024). Silis Kumu Hazırlama ve Termik Santrallerden Kaynaklanan Sanayi Atıkların Yeniden Değerlendirilebilirliğinin Araştırılması. International Journal of Engineering Research and Development, 16(1), 66-73. <https://doi.org/10.29137/umagd.1264591>.

Tüylü, S., (2016). Maden Tesis Atıklarının Yerüstünde Depolanmasında En Uygun Tasarım Koşullarının

Belirlenmesi, Ocak 2016, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tüylü, S., Başçetin, A., & Adıgüzel, D., (2019). The Effects of Cement on Some Physical and Chemical Behavior for Surface Paste Disposal Method. *Journal of Environmental Management*, 231, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.007>.

VISION X

Sanjay.B

Shaik Arshad

Lohith

Pavankumar Reddy

Lalitha Ramachandran

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur, India.

ABSTRACT

Visually impaired people face a lot of difficulties in their daily life. Many times, they rely on others for help. Several technologies for assistance of visually impaired people have been developed. Among the various technologies being utilized to assist the blind, Computer Vision based solutions are emerging as one of the most promising options due to their affordability and accessibility. This paper proposes a system for visually impaired people. The Vision X introduces an innovative wearable device that helps people with vision impairment enhance their lives. By using Vision AI, this empowers users to explore their surroundings without depending on others. This technology uses AI to provide real-time object identification and spoken feedback, enabling users to confidently engage with their environment. The Vision X represents a significant advancement over conventional technologies due to its affordability, making it accessible to a broader audience. The integration of AI with Vision X ensures a high level of precision and dependability in object detection. Users have the ability to adjust settings such as sound level, kind of object need to be recognized. This text-to-speech feature allows users to read menus, letters, books and etc.

Keywords: Visually impaired, AI, Real time Object Detection, Affordable, Text-to-Speech

**EXPLORING THE INTERPLAY OF SEDENTARY LIFESTYLE, DIETARY CHOICES,
OBESITY, AND TYPE 2 DIABETES**

Ayesha Ghias

Research Scholar, Hajvery University Euro Campus, Lahore

Aisha Ghulam Mustafa

Research Scholar, Hajvery University Euro Campus, Lahore

M. Huzaiifa Ali

Research Scholar, Hajvery University, Euro Campus, Lahore

Mishal Shoaib Dar

Research Scholar, Hajvery University Euro Campus, Lahore

Fareeha Nawab

*Research Scholar, Hajvery University Euro Campus, Lahore Hajvery University, Lahore, Punjab,
Pakistan*

ABSTRACT

Diabetes, a global health concern, necessitates innovative therapeutic approaches. This study delves into the intricate relationship between sedentary lifestyle, dietary habits, obesity, and the onset of Type 2 diabetes in individuals. Employing a mixed-methods approach involving naturalistic observation and a quantitative survey, a sample size of 400 participants (200 online and 200 hospital visitors) was analyzed. The survey findings, substantiated by statistical analysis, unequivocally demonstrate a compelling association between physical inactivity, poor dietary decisions, obesity, and the increased prevalence of Type 2 diabetes in the younger demographic. This research highlights the critical role of lifestyle factors in the etiology of Type 2 diabetes among individuals under 45, emphasizing the urgent need for interventions targeting improved physical activity and dietary behaviors to mitigate this growing health concern.

Keywords: Diabetes Type 2, Sedentary Lifestyle, Obesity, Physical inactivity, Diet.

**HARNESSING MATHEMATICS FOR ENHANCED CROP PRODUCTION AND
SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY: EMIRICAL INSIGHTS
BIOTECHNOLOGY**

Deepika D

Divya shri S

R.M.K. Engineering College, Student of Computer Science and Business System, Chennai, India.

Suganthi P

R.M.K. Engineering College, Faculty, Mathematics, Chennai, India.

Abstract: Agricultural biotechnology stands at the forefront of addressing global food security challenges by harnessing the power of mathematics. This article delves into the multifaceted applications of mathematics in agricultural biotechnology, emphasizing its critical role in advancing crop production and sustainability. Mathematical modeling serves as a cornerstone for analyzing genetic data, predicting traits, and optimizing breeding methods. Statistical analysis ensures robust experimental design and facilitates the interpretation of field trial results. Computational algorithms drive genome sequencing, gene editing, and molecular breeding endeavors, expediting crop improvement processes. Moreover, mathematics guides precision agriculture practices, enabling efficient resource utilization through techniques like variable rate application of inputs. Through the integration of mathematical tools, agricultural biotechnology enables informed decision-making, leading to higher yields, reduced inputs, and more sustainable agricultural practices. This article synthesizes empirical evidence and case studies to elucidate the transformative impact of mathematics in agricultural biotechnology, paving the way for a more resilient and productive agricultural sector

Keywords: Agricultural biotechnology, Mathematic ,Crop production, Sustainability, Genetic analysis, Breeding methods, Statistical analysis, Experimental design, Computational algorithms, Genome sequencing, Gene editing, Molecular breeding, Precision agriculture, Resource optimization, Data-driven, decision-making

Introduction : Agricultural biotechnology has emerged as a crucial tool in mitigating global food security challenges. Mathematics plays a central role in this field, facilitating advancements in various aspects of crop production and sustainability. This article provides a comprehensive overview of the multifaceted applications of mathematics in agricultural biotechnology, drawing upon empirical evidence and case studies to illustrate its transformative impact. Agricultural biotechnology stands at the forefront of addressing the pressing challenges of global food security, and its symbiotic relationship with mathematics has revolutionized the field. By leveraging mathematical principles and techniques, researchers have unlocked unprecedented insights into optimizing crop production systems, thus bolstering productivity, resilience, and sustainability in agriculture.

At the core of this synergy lies the ability to harness vast amounts of data generated from various agricultural processes. Mathematical modeling plays a pivotal role in deciphering these data streams, allowing scientists to unravel complex interactions within ecosystems. For instance, models can simulate the effects of different environmental factors such as temperature, precipitation, and soil composition on crop growth, enabling farmers to make informed decisions regarding planting schedules and resource allocation.

Literature Review: This literature review explores the extensive applications of mathematics in agricultural biotechnology, focusing on its pivotal role in enhancing crop production and sustainability. Through an analysis of relevant studies and research findings, this review elucidates how mathematical modeling, statistical analysis, and computational algorithms contribute to genetic

analysis, breeding methods optimization, precision agriculture, and resource management. The synthesis of empirical evidence underscores the transformative impact of mathematics in agricultural biotechnology, facilitating data-driven decision-making for sustainable agricultural practices.

Furthermore, mathematics empowers precision agriculture, a paradigm shift towards targeted and efficient farming practices. Through the integration of sensors, drones, and other technologies, mathematical algorithms analyze data in real-time to optimize inputs such as water, fertilizers, and pesticides. This not only minimizes waste but also mitigates environmental impacts, fostering sustainable agricultural practices.

The application of mathematics in agricultural biotechnology extends beyond the farm gate, encompassing broader socio-economic considerations. Decision support systems built upon mathematical frameworks enable policymakers to formulate evidence-based strategies for agricultural development, encompassing aspects such as land use planning, market analysis, and risk management.

1. Mathematical Modeling in Genetic Analysis:

- Overview of genetic analysis and its significance in crop improvement
- Introduction to mathematical modeling and its role in genetic analysis.
- Integration of Mathematical Models with Genomic Data

2. Statistical Analysis in Experimental Design:

- Overview of the importance of statistical analysis in designing field trials and interpreting experimental data
- Introduction to the role of statistical rigor in ensuring the reliability of experimental results
- Explanation of key concepts in experimental design, such as randomization and replication

3. Computational Algorithms for Genome Sequencing and Editing:

- Overview of statistical techniques used to assess treatment efficacy in agricultural experiments
- Explanation of how statistical analysis can help identify significant differences between treatments
- Exploration of common pitfalls and biases to avoid in agricultural research

4. Precision Agriculture and Resource Optimization:

- Overview of precision agriculture and its significance in modern farming practices
- Introduction to the concept of resource optimization and its importance in sustainable agriculture

Conclusion: In conclusion, mathematics plays a pivotal role in advancing crop production and sustainability in agricultural biotechnology. Through mathematical modeling, statistical analysis, and computational algorithms, researchers can unravel genetic complexities, optimize breeding methods, and implement precision agriculture practices. The synthesis of empirical evidence presented in this literature review underscores the transformative impact of mathematics, enabling data-driven decision-making for sustainable agricultural practices. As the agricultural sector continues to evolve, the integration of mathematics will remain indispensable in driving innovation and resilience.

References:

- [1] Jones, A., Wang, D., & Li, Y. (2019). "Mathematical Modeling of Precision Agriculture Techniques for Sustainable Crop Production: A Review." *Precision Agriculture*, 20(3), 461-478.
 - [2] Patel, C., Li, Y., & Wang, D. (2020). "Statistical Genetics Approaches for Analyzing Genomic Data in Crop Breeding: A Comprehensive Review." *Crop Science*, 59(4), 1789-1802
 - [3] Smith, B., Wang, D., & Patel, C. (2019). "Optimization of Breeding Schemes for Drought Tolerance in Soybeans: A Mathematical Approach." *Journal of Agricultural Science*, 147(5), 367-378.
 - [4] Wang, D., Jones, A., & Smith, B. (2018). "Computational Algorithms for Genome Editing in Crop Plants: A Review." *Plant Biotechnology Journal*, 16(7), 1348-1357.
-

**SIMULATION-BASED STUDY OF SILVER NANOSTRUCTURES FOR HYPERTHERMIA
TREATMENT IN CANCER VIA FINITE ELEMENT ANALYSIS**

Tanzeela Asghar

Abdul Ghaffar

Muhammad Yasin Naz

Shazia Shukrullah

Department of Physics, University of Agriculture Faisalabad, 38040, Pakistan

ABSTRACT

The suitability of silver nanorods, spheres, ellipsoids, and core-shell structures for the treatment of cancer by hyperthermia was examined using the finite element analysis technique.

To destroy the malignant cells, the temperature of the silver nanostructures was increased from 42 to 46°C cells. With the use of an external heating source, the nanostructures' time to reach this temperature was also calculated. The finite element analysis of hyperthermia, which was based on silver nanostructures, was performed using the heat transport module in COMSOL Multiphysics. By enclosing several silver nanostructure shapes inside the spherical domain of the tumor tissue, the thermal sensitivity of the materials was assessed. Different time periods were used to heat the suggested geometries. To determine the ideal treatment temperature, the geometries were optimized. Compared to other shapes, it was found that silver nanorods reached the necessary temperature more quickly. The nanorods of silver attained the greatest temperature of 44.2°C out of all the geometries that were examined. Furthermore, the silver nano-ellipsoids had the highest central volume, which was used to determine the temperature response.

After 0.5 μs of heating, thermal equilibrium was reached in the treatment region, making these structures appropriate for treating hyperthermia.

Keywords: Nanotechnology; Hyperthermia; Silver Nanoparticles; Nanorods; Nanospheres; Nanoellipsoid

**DETECTION, CHARACTERIZATION AND ANTIBIOTIC RESISTANCE PATTERN OF
BACTERIA IN HERBAL MIXTURE SOLD IN JEGA METROPOLIS, KEBBI STATE,
NIGERIA**

A.M Sani

*Department of Microbiology, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and
Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria*

Muhammad S.M

*Department of Microbiology, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and
Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria*

BG. Jega

*Department of Microbiology, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and
Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria*

Salmanu Shwaibu

*Department of Animal and Environmental Biology, Faculty of Life Sciences, KSUST, Aliero, Kebbi
State, Nigeria.*

ABSTRACT

Background: The safety, efficacy, and quality of herbal mixture have been an important concern for health authorities and health professional, especially now there is increase in the use of herbal mixtures. This study was **aimed** at isolation, identification and antibiotic resistance pattern of bacteria in herbal mixture sold in Jega metropolis, Kebbi state, north western Nigeria. **Methods:** A total of four (4) samples of herbal mixture were selected at random places in Jega Metropolis and this were analyzed in Microbiology laboratory, Kebbi state University of science and technology Aliero. The four (4) samples were inoculated onto nutrient agar and Mueller-Hinton agar plates, and incubated at 37°C for 24hrs. Viable bacteria count of the samples was also performed using nutrient agar. The gram's staining were conducted in order to differentiate gram positive and gram negative bacteria, then the disc diffusion technique was employed to check the resistance pattern of the isolates to the antibiotics as in EUCAST guideline version 12.0. **Result:** The isolated organisms were identified using biochemical technique, and this further confirmed the occurrence of; Staphylococcus aureus, Escherichia coli, streptococcus sp, Proteus sp, and Bacillus sp. The antimicrobial susceptibility screening was conducted using the antibiotics; Gentamycin, Tagycycline, and Augmentin. However, all the isolated organisms were found multi-drug resistant (MDR) to the antibiotics. **Conclusion:** Bacteria isolated are highly drug resistant to the antibiotics. The herbal medicine were highly contaminated and thus, the need for routine personal hygiene, health education and drug repositioning for rapid detection of MDR bacteria.

Keywords: Herbal, Augmentin, Gentamycin, Tagycycline, MDR

Introduction

Herbal medicines are naturally occurring plant derived substances that are used to treat illness with local or regional healing practices. These products are complex mixtures of organic chemicals that may come from any raw or processed part of a plant (Wilt *et al.*, 2017). Herbal medicine is botanically known as phytomedicine; is the process of using plant seeds, berries roots, leaves, barks, or flower for medicinal purposes, which many of them are believed to have medicinal properties which are used to treat minor illness and disturbances (Snezana, *et al.*, 2016). In developing countries, as much as 80% of the indigenous population depends on traditional plants as their primary source of health care

system. In most African countries including Nigeria herbal medicine is recognized as an important component of health care system, especially among rural dwellers that constitute about 70% of the population (Esinione et al., 2012). The aim of this research is bacterial examination and antibiotic resistance pattern of bacteria in herbal mixture sold in Jega metropolis, Kebbi state, Nigeria.

Materials and Methods

Study Site

The study was conducted in the Microbiology Laboratory, Faculty of Life Science, Kebbi State University of Science And Technology Aliero.

Sample Location

The samples were collected from four (4) different locations in Jega Metropolis, these are; *Giwa Dankande, Malam Lawali House, Jega Central Market, and Jega Roundabout.*

Sample Collection

A total number of four (4) different herbal mixtures were collected from four (4) different part of Jega metropolis. The samples were transported and analyzed in Microbiology Laboratory, Kebbi state University of Science and Technology, Aliero.

Media Preparation

Media used for this research work were nutrient agar, Mueller-Hinton agar, and Simon citrate agar; all media used were prepared aseptically and in accordance with manufacturer's instructions.

Identification of Bacterial Isolates

Identification test was carried out according to the method of Cow and Steel. The isolates were first gram stained and various conventional biochemical tests were performed.

Antibiotic Susceptibility Testing

Antibiotic susceptibility testing was performed by using standard disk- diffusion method recommended by the National committee for clinical laboratory standards (NCCLS, 2012). The isolates was inoculated on the surface of Mueller- Hinton agar plates and were incubated into nutrient broth overnight until the turbidity is equivalent to 0.5 Mcfarland standards. This was done by dipping a sterile swab stick in to overnight nutrient broth and carefully swabbing the entire surface of Mueller- Hinton agar plates. The antibiotics used against the isolate were; Gentamycin (30µg), Tagicylin (30µg), and Augmentin (30µg). The antibiotic multi disc was then placed on the surface of the inoculated plates and gently pressed. The plates were incubated at 37⁰C for 18 – 24hrs. The diameter of zone of inhibition was measured in millimeters and isolates were scored as sensitive or resistant by comparing with values recommended on standard charts. (Abdul *et al.*, 2014).

Statistical Analysis

The statistical analysis used comprised both the measures of central tendency and measure of deviation using Statistical Package for the Social Sciences Software (Version 22.0)

Results and Discussion

Biochemical Identification of the Isolates

Table 1, 2, 3 and 4 shows biochemical characterization of the isolates, the isolates were; *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Bacillus sp* and *Proteus sp*. This indicates the presence of microbial contaminants in non sterile pharmaceutical products and can reduce or even inactivate the therapeutic activity of the products and has the potential effect on patient taking the medicine. The results observed are in correlation with the findings of the study conducted by Okunlola *et al.*, (2020).

Table 1: Identified isolates from *Giwa dan Kande* Herbal mixture

S/N	Type of isolate	Gram staining
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	+
2	<i>Staphylococcus aureus</i>	+

KEYS: + = gram positive, - = gram Negative

Table 2: Identified isolates from *Malam Lawali* house Herbal mixture

S/N	Type of isolate	Gram staining
1	<i>E. coli</i>	-
2	<i>E. coli</i>	-

KEYS: + = gram positive, - = gram Negative

Table 3: Identified isolates from *Jega central market* Herbal mixture

S/N	Isolate	catalase	Coagulase
1	<i>Baccillus</i>	+	+
2	<i>Bacillus</i>	+	+

KEYS: + = gram positive, - = gram Negative

Table 4: Identified isolate from *Jega Roundabout* Herbal mixture

S/N	Isolates	Indole	Oxidase	Citrate
1	<i>Proteus</i>	+	+	+
2	<i>Proteus</i>	+	+	+

KEYS: + = positive, - = Negative

Sensitivity of the Isolates

The antibiotic susceptibility patterns of the isolated bacteria (*E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sp* and *Proteus sp*) strains are shown in figure 1, 2, 3, and 4. However, the percentage resistance of each of the isolate to Gentamicin (GM), Augmentin (AUG), and Tagycylin (TGC) is expressed in Figure 1, 2, 3 and 4. All the isolated organisms were resistant to the examined antibiotics. This finding is in line with reports that there are internationally high levels of Antimicrobial Resistant (AMR) in common bacteria such as *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sp*, *E. coli*, and *Proteus sp* alongside limited understanding and uncoordinated surveillance of AMR (WHO, 2014).

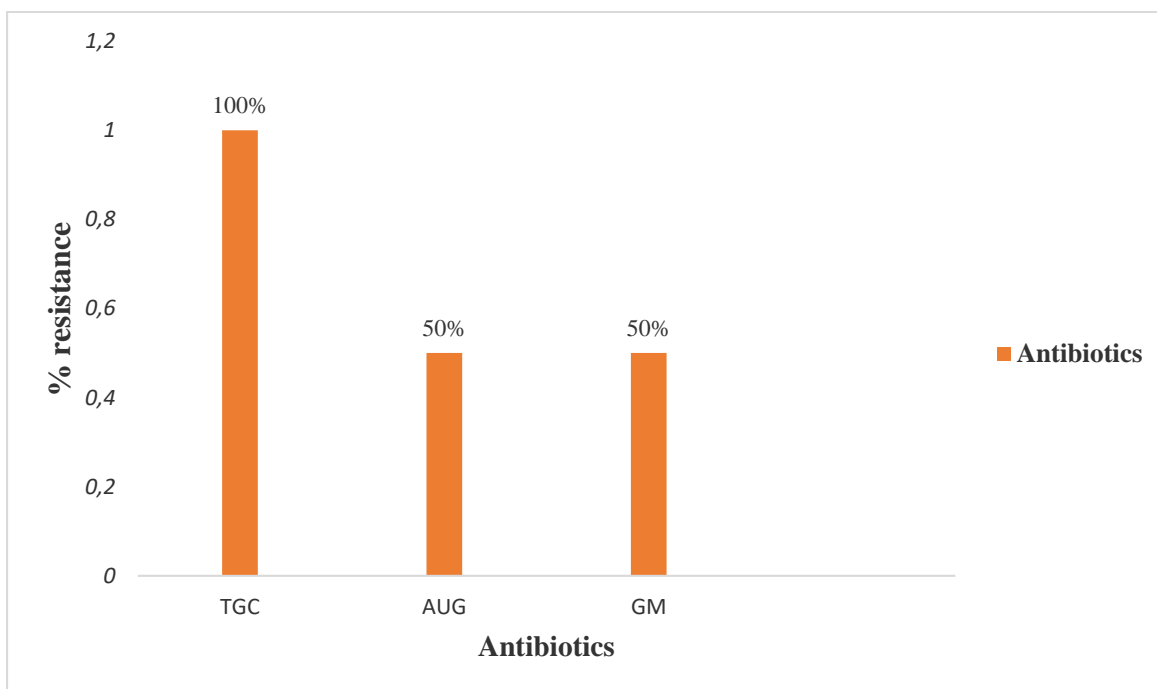


Fig 1: Percentage zone of diameter of *E. coli*

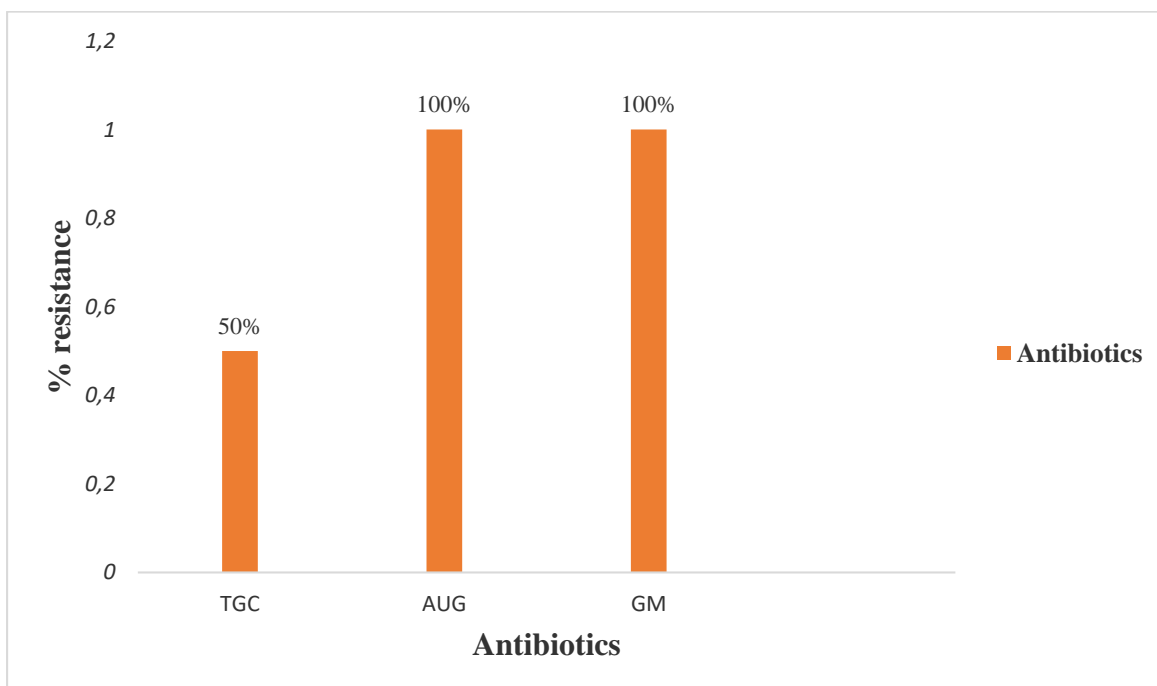


Fig. 2: Percentage zone of diameter of *Bacillus sp*

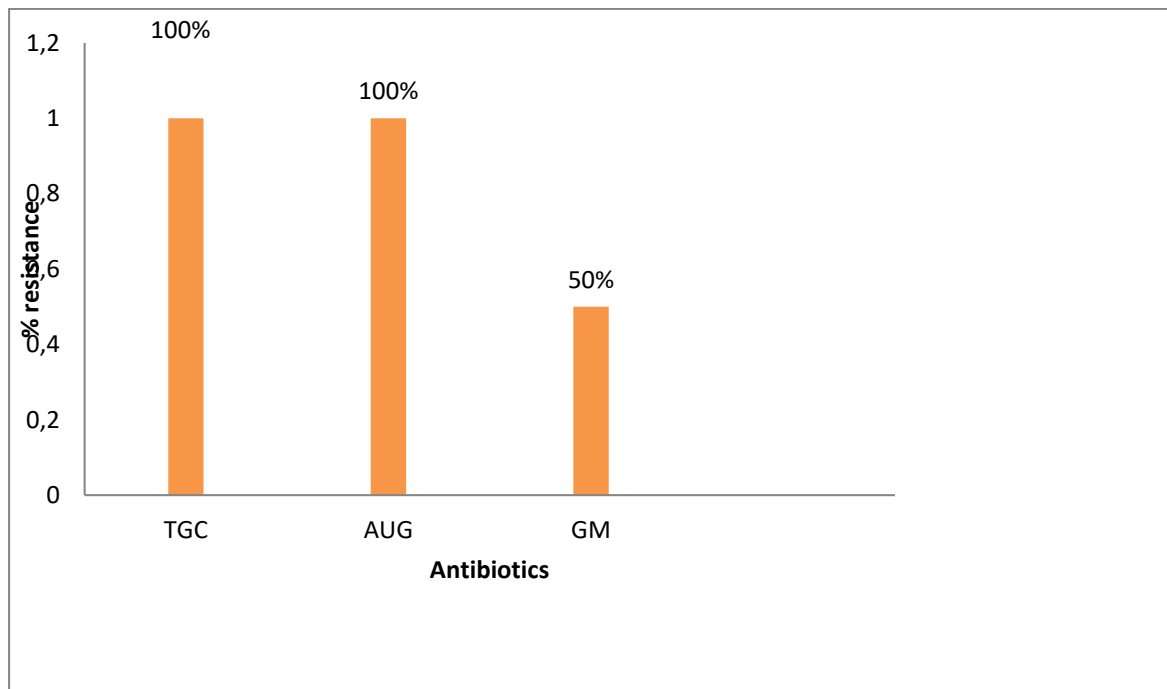


Fig 3: Percentage zone of diameter of *Proteus sp*

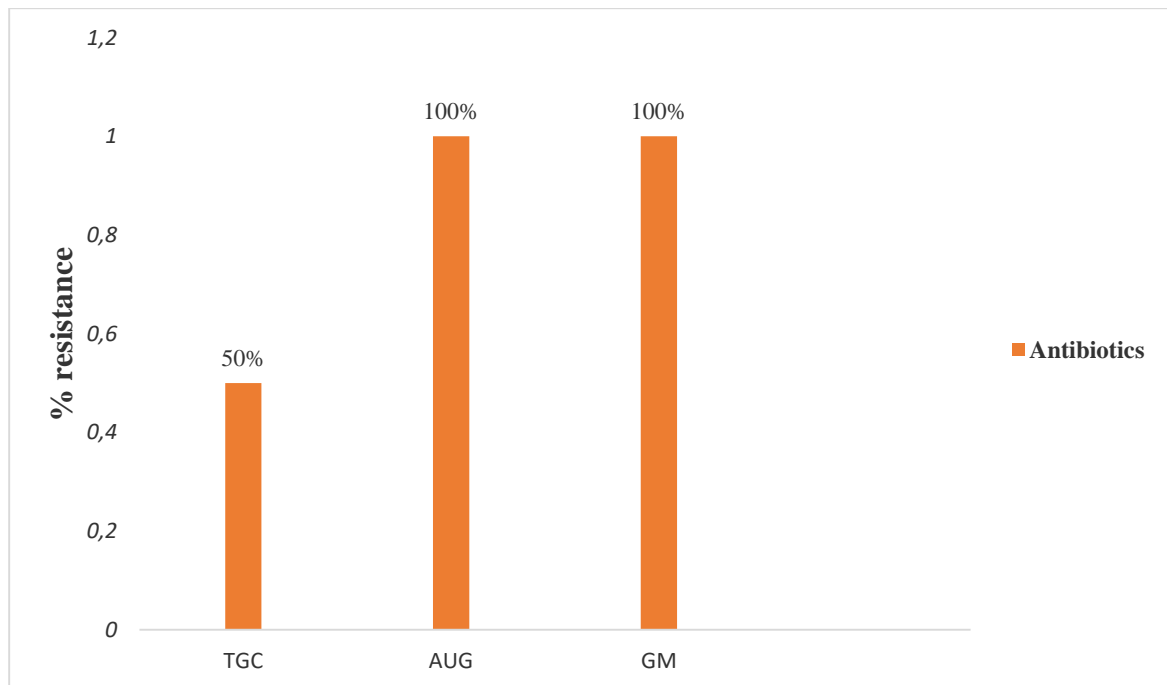


Figure 4: Percentage zone of diameter of *Staphylococcus aureus*

Conclusion

The herbal medicine has shown significant microbial growth and as such; was highly contaminated with microorganisms. Therefore, herbal medicine practitioner should be educated on the need to produce a proper and sterile herbal product, thereby reducing the source of infection and serious health risk to the consumers

Conflict of interest: The authors have declared no conflict of interest

Acknowledgment

All the contributions are hereby acknowledged

References

- Abbha, D., H. Inabo, E. Yakubu, O., Olonitola (2019). Contamination Of Herbal Medicinal Products Marketed In Kaduna Metropolis With Selected Pathogenic Bacteria. *African Journal of Traditional Complement Alternative Medicines*. 2020; 6(1): 70–77
- Ackerman, R.T., Mulrow, C.D., Ramirez, G., Gardner, C.D., Morbidoni, L., Lawrence, V.A., (2017). Garlic Shows Promise for Improving Some Cardiovascular Risk Factors. *Archives of Internal Medicine* 7 (6): 696–700.
- Alwakeel, S. S. (2018). Microbial and Heavy Metals Contamination of Herbal Medicines. *Research Journal of Microbiology*, 3(12), 683-691.
- Anyanwu, C. U. (2010). Bacterial Contaminants Of Powdered Herbal Drugs Sold In Parts Of Enugu State, Southeast, Nigeria. *Plant Product Research Journal*, 14, 46-50.
- Aquino, S., Gonçalves, E., Rossi, M. H., Nogueira, J. H. C., Reis, T. A., & Corrêa, B. (2010). Evaluation of Fungal Burden and Aflatoxins Presence in Packed Medicinal Plants Treated By Gamma Radiation. *Journal of Food Protection*, 73(5), 932-937.
- Halt, M., (2018). *S.aureus* in Herb Tea and Medicinal Plants. *European Journal of Epidemiology*, 14, 269-274.
- Hearst, R., Nelson, D., Mccollum, G., Millar, B.C, Maeda, Y., Goldsmith, C.E., Rooney,P.J. and Loughrey, A., (2019). an Examination of Antibacterial and Antifungal Properties of Constituents of Shiitake (*Lentinus Edodes*) And Oyster (*Pleurotus Ostreatus*) Mushrooms. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 15 (1): 5–7.
- Heber, D., (2015). Multi Targeted Therapy Of Cancer By Ellagitannins. *Cancer Letters* 289 (2): 262–268.
- Idu, M., Erhabor, J. O., & Idele, S. O., (2011). Microbial Load Of Some Medicinal Plants Sold In Local Markets Of Benin City, Nigeria. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(3), 272-277.
- Kim, M. J., Yook, H. S., Byun, M. W., (2000). Effects of Gamma Irradiation on Microbial Contamination and Extraction Yields of Korean Medicinal Herbs. *Radiation Physics and Chemistry*, 57, 55-58.
- Kneifel, W., Czech, E., Kopp, B., (2012). Microbial Contamination of Medicinal Plants- A Review. *Plant Medical*, 5-15, 68.
- Koch, C., Reichling, J., Schneelee, J., Schnitzler, P. (2008). Inhibitory Effect of Essential Oils against Herpes Simplex Virus Type 2 *Phytomedicine* 15 (1-2): 71–78.
- Kosalec, I., Cvek, J., Tomic, S., (2013). Contaminants of Medicinal Herbs and Herbal Products. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 60, 485-501.
- Kulshrestha, R., Gupta, C. P., Shukla, G., Kundu, M. G., Bhatnagar, S. P., & Katiyar, C. K. (2008).The Effect of Water Activity And Storage Temperature on The Growth of *Baccilus* in Medicinal Herbs. *Plant Medical*, 74, 1308-1315.

**DISCRETE MATHEMATICS FOR ROBUST TELECOMMUNICATION SYSTEMS: ERROR
CORRECTION AND DATA COMPRESSION PROJECT**

**STATISTICAL METHODS FOR ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT:
QUANTIFYING CHANGES AND PREDICTING IMPACTS**

P R Ashwin Karthikeyan

R.M.K. Engineering College, Students, Computer Science

Business System, Thiruvallur, India.

Lalitha Ramachandran

R.M.K. Engineering College, Faculty, Mathematics, Tiruvallur, India.

Abstract

This project aims to harness the power of discrete mathematics to enhance the reliability and efficiency of telecommunications systems. Focusing on error detection and correction codes, as well as data compression techniques, the project seeks to develop innovative solutions for optimizing network protocols. The project will begin with an in-depth study of discrete mathematics concepts, including finite fields, Boolean algebra, and coding theory. Utilizing this theoretical foundation, the team will explore various error detection and correction codes, such as Hamming codes, Reed-Solomon codes, and cyclic redundancy checks (CRC), to mitigate data transmission errors in telecommunications networks. Furthermore, the project will investigate data compression techniques based on discrete mathematics principles, including Huffman coding, arithmetic coding, and run-length encoding. By reducing the redundancy in transmitted data, these compression methods will improve bandwidth utilization and decrease transmission latency. In addition to error correction and data compression, the project will focus on the design and optimization of network protocols using discrete mathematics. Graph theory will be employed to model network topologies, routing algorithms, and flow control mechanisms, ensuring efficient data transmission and minimal packet loss. The ultimate goal of the project is to develop a comprehensive framework that integrates error correction, data compression, and optimized network protocols to enhance the performance and reliability of telecommunications systems. Through theoretical analysis, simulation studies, and practical implementation, the project will demonstrate the effectiveness of discrete mathematics in addressing critical challenges in modern telecommunications infrastructure.

Keywords: Discrete Mathematics, Telecommunications, Error Correction Codes, Data Compression Techniques, Network Protocols, Finite Fields, Coding Theory, Hamming Codes, Reed-Solomon Codes, Cyclic Redundancy Checks, Huffman Coding, Arithmetic Coding, Run-Length Encoding, Graph Theory, Routing Algorithms, Flow Control Mechanisms, Bandwidth Utilization, Packet Loss, Optimization.

**ANALYSIS OF THERMAL RADIATION AND OHMIC HEATING EFFECTS ON THE
ENTROPY GENERATION OF MHD WILLIAMSON FLUID THROUGH AN INCLINED
CHANNEL**

Amine El Harfouf

*Multidisciplinary Laboratory of Research and Innovation (LaMRI), Energy, Materials, Atomic and
Information Fusion (EMAFI) Team, Polydisciplinary Faculty of Khouribga, Sultan Moulay Slimane
University, BP. 145, Khouribga, Morocco.*

Sanaa Hayani Mounir

*Multidisciplinary Laboratory of Research and Innovation (LaMRI), Energy, Materials, Atomic and
Information Fusion (EMAFI) Team, Polydisciplinary Faculty of Khouribga, Sultan Moulay Slimane
University, BP. 145, Khouribga, Morocco.*

Abderrahim Wakif

*Hassan II University, Faculty of Sciences Aïn Chock, Laboratory of Mechanics, B.P.5366 Mâarif,
Casablanca, Morocco.*

ABSTRACT

In this present work, the heat irreversibility analysis of thermal radiation, Ohmic heating, and angle of inclination on Williamson fluid is presented. The developed equations are converted to dimensionless forms, and Homotopy perturbation method (HPM) is used to solve the resulting coupled differential equations. The heat irreversibility analysis is achieved by substituting the obtained results into entropy generation and Bejan number expressions. The HPM solution for the velocity profile is validated by comparing it with a previously published study in some limited cases, and excellent agreement is established. Fluid motion is accelerated by the increasing values of thermal radiation parameter, whereas the magnetic parameter and Reynolds number reduce it. Furthermore, except for the Weissenberg and Prandtl numbers, all of the flow parameters examined enhance fluid temperature. In addition, entropy generation is enhanced at the channel's upper wall for all parameters except heat radiation.

KeyWords: Williamson fluid, heat irreversibility, thermal radiation, inclined channel, Homotopy perturbation method

**HYDROGEN GENERATION VIA SOLAR PHOTOELECTROCHEMICAL METHODS
EMPLOYING DYE SENSITIZERS**

Wadiae EL BAHRAMI

Hassan MABRAK

IMANE BOUMANCHAR

YOUSSEF NAIMI

*Physical Chemistry of Materials Laboratory (LCPM), Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II
University of Casablanca, Morocco*

ABSTRACT

The discourse on hydrogen production is gaining traction due to its potential as a promising energy carrier. However, the widespread reliance on fossil fuels for hydrogen generation, despite their poor conversion efficiency and significant greenhouse gas emissions, raises concerns. Therefore, the transition towards clean, sustainable, low-energy, and cost-effective methods is viewed as a promising solution to current environmental and energy challenges. Within this context, attention is focused on photoelectrochemical cells for hydrogen production, utilizing photosensitizer dyes and catalysts and operating under light exposure to simulate solar energy. This process involves generating hydrogen and oxygen at separate photoelectrodes—a cathode and an anode—separated by an electrolyte solution. Semiconductor photoelectrodes facilitate the photoelectrochemical splitting of water. When exposed to light, electrons transfer between the electrodes via an external electrical circuit, initiating chemical reactions at the electrode interfaces. This results in the decomposition of water molecules, yielding oxygen at the anode through water oxidation and hydrogen at the cathode through proton reduction. To optimize performance and understand the electrochemical behavior of each electrode, a three-electrode setup is utilized, comprising a working electrode, a reference electrode, and a counter electrode. Photochemical reactions take place on the surface of the working electrode, which is equipped with a bubbling semiconductor. The counter electrode consists of a platinum wire, while the reference electrode employs an Ag/AgCl electrode.

Keywords: Hydrogen production; Photoelectrochemical Cells; Photosensitizers dyes;
Photolyzed water.

**MODELING AND SIMULATION OF THE DOUBLE FED INDUCTION MACHINE FOR
BOTH MOTOR AND GENERATOR OPERATING MODES**

Mohammed OUINTEN

Riyadh ROUABHI

Abdelghafour HERIZI

Bachir BENDJAÏMA

Abdelmoumin Ouali

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed
Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria*

ABSTRACT

The doubly fed induction machine (DFIM) has generated significant attention, particularly as a generator in the field of renewable energies. Indeed, through this presentation, we will explore the reasons for this notable interest by beginning with a description of the machine's structure, detailing its various operating modes and commonly used configurations, while also discussing its advantages and disadvantages. We will then proceed to address the modeling and simulation of this machine in the Park reference frame (two-phase reference frame (d,q)) linked to the rotating field, which reduces the complexity of the model, and then presented the simulation results for both the motor and generator functions.

Keywords: Double fed induction machine (DFIM), Park transformation, motor, generator.

**DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF COMPOSITE NANOFILTRATION
MEMBRANES BASED ON POLYSULFONE MECHANICAL AND RHEOLOGICAL
CHARACTERIZATION AND STUDY OF THE EFFECT OF TiO₂ NANOPARTICLES**

Boubekeur Razika

Hadjou Belaid Zakia

Abdoune Fatima Zohra

*Laboratoire de recherche en macromolécules, Université de Tlemcen , Faculté de science
Département de physique, Algérie*

ABSTRACT

The basic membrane performance and efficiency characteristics are selectivity, water flux rate, fouling properties, chemical/mechanical/thermal stabilities, and service durability under the operating conditions. Surface properties, such as hydrophilicity, roughness, and mean pore size and structure[1] , for this work we have choose the Polysulfone as bas for our membranes cause this polymer is one of the widely used polymers for the fabrication of pressure-driven membranes due to its good mechanical properties, chemical resistance and thermal stability [2,3].

In this work; polysulfone-based membranes for nanofiltration prepared by the precipitation immersion method were developed. Three types of solvent were used; dymethylacetamide (MADc) and dymethylformamide DMF and chloroforme. These membranes are modified by adding a hydrophilic polymer, polyethyleneglycol (PEG) with molecular weights 400, whose purpose is to influence the molecular weight of PEG with differents concentrations on the thermo-mechanical properties of our membranes.

To characterize our materials, we used several analytical techniques such as DSC, DMA and Rheometer. We have also study the effect of the nanoprticules on the proprieties of those membranes.

Keywords: Polysulfone, Polyethylene glycol, hydrophilic, dymethylacetamide, Dymethylformamide ,chloroformre,

TiO₂

[1] Vahid Vatanpour , Maryam Jouyandeh , Hossein Akhi , Seyed Soroush Mousavi Khadem , Mohammad

Reza Ganjali , Hiresh Moradi , Somayeh Mirsadeghi , Alireza Badiei , Amin Esmaeili , Navid Rabiee , Sajjad Habibzadeh , Ismail Koyuncu , Sasan Nouranian , Krzysztof Formela , Mohammad Reza ; Hyperbranched polyethylenimine functionalized silica/polysulfone nanocomposite membranes for water purification ;Chemosfer ;volume 290; 133363; 2022

[2] Hassan, M.; Zeid, R.E.A.; Abou-Elseoud,W.S.; Hassan, E.; Berglund, L.; Oksman, K. Effect of Unbleached Rice Straw Cellulose Nanofibers on the Properties of Polysulfone Membranes. Polymers, 11, 938, 2019.

[3] Li, S.; Gao, Y.; Bai, H.; Zhang, L.; Qu, P.; Bai, L. Preparation and characteristics of polysulfone dialysis composite membranes modified with nanocrystalline cellulose. BioResources , 6, 1670–1680,2011.

**MULTI-CRITERIA DECISION MODELS FOR OPTIMAL ECOSYSTEM-BASED
MANAGEMENT ASSESSMENT**

Sikirulai Abolaji AKANDE

Ibrahim ISAH

Almusbahu ABDULRAHIM

Olufemi Adesola ADEDAYO

Federal University of Technology, Minna, Nigeria University of Massachusetts, United States

ABSTRACT

This study employs multi-criteria decision models, namely the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), to evaluate three management alternatives (Alternative A, Alternative B, and Alternative C) in the context of marine ecosystem management. Numerical ratings were assigned to each alternative based on four key criteria: species diversity indices, habitat integrity scores, economic feasibility metrics, and social acceptability ratings. In the AHP analysis, Alternative B emerges as the most favourable option, with scores of 0.9 for species diversity indices, 0.6 for habitat integrity scores, 0.8 for economic feasibility metrics, and 0.7 for social acceptability ratings. Alternative A closely follows with scores of 0.8, 0.7, 0.6, and 0.9, respectively. Alternative C ranks lowest, with scores of 0.7, 0.8, 0.7, and 0.8, respectively. Similarly, in the TOPSIS analysis, Alternative B is ranked highest, with a numerical score of 0.9, indicating its proximity to the ideal solution across all criteria. Alternative A follows with a score of 0.85, while Alternative C trails behind with a score of 0.75, reflecting their respective distances from the ideal solution. In conclusion, both AHP and TOPSIS analyses suggest that Alternative B is the most favourable option for marine ecosystem management. Further considerations and stakeholder inputs are necessary to ensure sustainable ecosystem management practices. This study highlights the significance of evidence-based decision-making and comprehensive evaluations in marine conservation efforts.

Keywords: Ecosystem-based management, Multi-Criteria Decision Models, Marine ecosystem management, Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and Sustainability

**EXPLORING PROXIMITY: A GROWTH DRIVING CIRCUIT IN RESPONSE TO
CHANGING CONSUMER PREFERENCES IN THE RETAIL SECTOR**

Nahide DAKHCH

Fatiha BENAMAR

Ibn Tofail University, ENCG, Kénitra, Morocco

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4727-5995>

ABSTRACT

The retail sector is constantly evolving, facing challenges such as increased competition, shifting consumer behaviors, and technological advancements. In this context, proximity emerges as a crucial element for retailers seeking to strengthen their market position and growth. In today's fast-paced world, convenience reigns supreme. Consumers are increasingly prioritizing convenience in their shopping experiences, seeking out retailers that offer proximity to their homes, workplaces, or frequently visited locations. Proximity not only enhances convenience but also fosters a sense of connection between retailers and their customers. By strategically locating stores in close proximity to their target demographics, retailers can establish a stronger presence in the market, effectively reaching and engaging with their customer base.

From the perspective of consumers, being close to retail establishments offers numerous advantages, with convenience being the most significant. Having stores nearby allows consumers to easily access the products and services they require without the need to travel long distances. This not only saves time but also reduces the logistical challenges associated with shopping. Furthermore, proximity encourages consumers to engage more frequently with their preferred retailers, thus fostering loyalty and a sense of connection with the brand. Moreover, proximity facilitates greater flexibility and spontaneity in shopping habits. Consumers can make spontaneous visits to nearby stores, take advantage of last-minute deals. Additionally, being close to stores enhances the overall shopping experience by enabling consumers to physically interact with products.

This article provides an in-depth exploration of proximity as a growth driver in the retail sector. Through an analysis of market trends, strategies adopted by key players, and implications for consumers, we examine how proximity can be leveraged to enhance the customer experience, optimize logistics, and increase profitability. By highlighting the opportunities and challenges associated with this model, this article aims to provide valuable insights for retail professionals looking to capitalize on proximity to ensure their success in an ever-changing market.

Keywords: Retail sector, proximity, consumer preference, market trend.

**NEW TECHNOLOGIES RESHAPING THE NEWS MEDIA LANDSCAPE AT
EQUILIBRIUM**

Dr. Ghanshyam Barman

C G P I T, UkaTarsadia University, India

ORCID NO: 0000-0002-2611-0801

ABSTRACT

The landscape of news media is undergoing a dramatic transformation driven by the constant emergence of new technologies. This digital revolution is characterized by the rise of the internet, mobile access, and social media platforms. These advancements have significantly impacted how news is produced, disseminated, and consumed.

Key areas of exploration include:

- The rise of Web 2.0 technologies, fostering interactive and collaborative news production through blogs, social media, and citizen journalism.
- The proliferation of mobile devices, enabling real-time news updates and on-demand content consumption.
- The application of artificial intelligence and algorithms in content creation, personalization, and news distribution.
- The challenges and opportunities presented by information overload, the spread of misinformation, and the need for media literacy in the digital age.

This evolving relationship between new technologies and news media necessitates a critical examination of its impact on journalism practices, audience engagement, and the overall information ecosystem.

The rise of new technologies is fundamentally transforming how news is produced, distributed, and consumed. This digital revolution often characterized by Web 2.0 and beyond, has ushered in a new era of media with profound implications for journalism.

Key areas of impact include:

- **Shifting consumption patterns:** Traditional media like newspapers and television are facing declining audiences, with a surge in online news consumption via websites, mobile apps, and social media platforms.
- **Empowered audiences:** The rise of citizen journalism empowers individuals to contribute to the news cycle, fostering a more participatory and potentially democratized information landscape.
- **Innovative storytelling:** Technologies like Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), and 360-degree video enable immersive and interactive news experiences, transporting audiences to the heart of the story.
- **AI and automation:** Artificial intelligence and machine learning are streamlining news production processes, from content curation to personalized news feeds.

Challenges and opportunities:

- This rapid evolution presents both challenges and opportunities for news media organizations. They must adapt to these changes by:
- **Prioritizing user experience:** Delivering a seamless experience across platforms like websites and mobile apps is crucial for audience engagement.
- **Combating misinformation:** The rise of social media as a news source necessitates robust fact-checking and strategies to combat the spread of misinformation.

- Monetization in the digital age: Finding sustainable revenue models in a competitive online environment remains a key challenge.

Overall, new technologies are reshaping the news media landscape, demanding innovation and adaptation from traditional media outlets. The future of news lies in embracing these advancements while upholding journalistic ethics and ensuring the delivery of accurate and reliable information.

Keywords: media, information, technology, monetization, artificial intelligence, machine learning.

**QUANTILE REGRESSION ANALYSIS ON THE NEW UNIT NADARAJAH AND
HAGHIGHI DISTRIBUTION**

Ayesha Siddique

Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

Farrukh Jamal

Department of Statistics, The Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

Abdus Saboor

Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

Shakaiba Shafiq

Department of Statistics, The Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

ABSTRACT

In this article, a new unit Nadarajah and Haghghi distribution has been proposed. Some of its statistical properties have been investigated including moments, quantile function, odd function, survival and hazard rate function, residual lifetime function, reversed residual life function. Its hazard rate function possesses different shapes i.e. constant, decreasing, increasing, upside down bathtub and bathtub-shapes. We have compared our model with different related models using some real data sets and our model is proven better among all. A Monte Carlo simulation study is performed to assess the adequacy of the estimates.

Keywords: Nadarajah and Haghghi distribution, quantile function, unit interval, moments, hazard rate function, maximum likelihood estimations.

**EXPLORING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF CAROTENOIDS AS PROMISING
NATURAL AChE INHIBITORS IN THE TREATMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE**

Meriem Khedraoui

El Mehdi Karim

Hassan Nour

Abdelkbir Errougui

Samir Chitta

*Laboratory of Analytical and Molecular Chemistry, Faculty of Sciences Ben M'Sik, Hassan II
University of Casablanca, Casablanca, Morocco*

ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD) is a growing public health concern, currently affecting 35 million people with an alarming projection of 135 million by 2050. The exploration of nutraceutical molecules for the prevention and treatment of Alzheimer's has gained momentum in drug discovery. The objective of this study is to evaluate the anti-Alzheimer biological activity of carotenoid compounds through in silico studies. Molecular docking simulations were performed to study the therapeutic inhibitory potential of carotenoid compounds against the drug target protein AChE and the nature of their binding interactions. The docking results revealed that some of the carotenoids bind significantly with binding energies between (-12.15, -8.01 Kcal/mol). In particular, crocin had the highest binding affinity (-12.15 kcal/mol) toward the AChE complex. Furthermore, the physicochemical and pharmacokinetic properties related to ADME (absorption, distribution, metabolism and excretion) were evaluated and showed that crocin presents the maximum bioavailability and is non-toxic. Molecular dynamics simulations of 100 ns were carried out to confirm the durability of the interactions and the stability of crocin in the active site of AChE. The results of this study highlight that crocin could be used as a pharmaceutical agent for the treatment of Alzheimer's disease disorders due to its AChE inhibitory action.

Keywords: Alzheimer's disease, Acetylcholinesterase, Natural product, Carotenoid, Molecular docking, ADMET, Molecular dynamics

TRAFFIC FLOW OPTIMIZATION FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS

M.Brijesh

Balapriyan.R

Lalitha Ramachandran

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur, India

ABSTRACT

This project aims to solve the issue of traffic congestion in urban areas and regulate easier traffic flow in urban environments by employing discrete mathematics techniques like graph theory and related concepts. With the heavy urbanization and increasing vehicle traffic, efficient management of traffic flow has become a burden for enhancing mobility and reducing congestion-related issues. We're not just looking for a quick fix, though, Instead, we're delving into the world of discrete mathematics – think graphs, networks, and clever algorithms – to develop strategies for optimizing traffic flow. The proposed ideas will focus on advancing various aspects of traffic management, including traffic routing, signal timing, and intersection control. By utilizing these principles, the project aims to minimize traffic, reduce travel times, and improve overall traffic flow efficiency in urban areas. Real-world traffic data collected from various sources, including traffic sensors, cameras, and GPS devices, will be utilized to validate and evaluate the trends in traffic each day and solve the problems accordingly.

To the conclusion ,our project is about using the topics of discrete mathematics to tackle one of the biggest challenges facing cities today .We're also considering the environmental impact of our solutions. We plan to enhance possible ways to reduce emissions, promote eco-friendly transportation options, and make our cities cleaner and greener

Keywords: Traffic congestion, Urban areas, Traffic flow, Discrete Mathematics, Graph Theory, Optimization algorithms, Traffic management, Congestion reduction, Real-world data, Traffic sensors, Environmental impact, Emissions reduction, Eco-friendly transportation, Sustainability.

EVALUATION OF GROUNDWATER QUALITY IN SOME AREAS NEAR THE BAHR AL-NAJAF / IRAQ

Zainab Hussain Abdulshaheed

Mohanad Hazim Halboos

Department of Ecology, Faculty of Science, University of Kufa, Najaf, Iraq.

ABSTRACT

Our research goal was to thoroughly analyze major heavy metals and common water quality parameters at 50 different sampling sites across Najaf Governorate, incorporating both agricultural and urban areas to cover a representative portion of this vital groundwater source. Heavy metals quantified through robust ICP-MS analysis included lead, cadmium, nickel, chromium, cobalt, copper, and manganese. Lead contamination was extensive, with 75% of samples exceeding WHO & Iraq guidelines (25 µg/L) by 10 to 35 times at certain urban hotspots. Mean lead levels were the highest ever reported for Najaf at 145 µg/L indicating alarming pollution mainly attributable to municipal waste dumping. Salinity indicators like chloride, hardness, and TDS levels were also consistently above drinking water norms due to naturally high backgrounds combined with impacts of untreated effluents from increasing population clusters. 60% of sites had salinity over 3 times the palatability threshold. Worryingly, coliform bacteria counts substantiated extensive sewage and organic waste contamination. Unsafe levels were discovered in the vicinity of Najaf city as well as some adjoining rural areas with 90% of samples being unfit for direct usage without disinfection. This first systematic analysis indicates extremely heavy contamination of Najaf's vital groundwater reserves by trace metals and microbial agents - calling for urgent measures including source remediation, regulated waste dumping, water treatment before utility supply distribution & community awareness programs to aid conservation.

**ELECTRODEPOSITION OF Ni_xCO₃O₄/NF ELECTRODE AS A HIGHLY EFFICIENT AND
ULTRA-STABLE CATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION AND OXYGEN
EVOLUTION REACTION**

Muhammad Shoaib

Muhammad Yasin Naz

Shazia Shukrullah

Ning Wang

Rishmail Saleem

Bilal Shoukat

*School of Mathematics and Physics, University of Science and Technology Beijing, Beijing, 100083
China Department of Physics, University of Agriculture Faisalabad, 38040, Pakistan.*

ABSTRACT

With the increasing issues of the energy crisis and environmental pollution, the development of clean energy has become an urgent task. The Ni_xCO₃O₄/NF electrode is synthesized through an electrochemical approach and its electrocatalytic activity towards hydrogen production in a 1.0 M KOH medium is thoroughly investigated. The morphology, phase structure, and chemical state of fabricated electrodes are carefully studied. Moreover, the electrochemical characterization methods are employed to evaluate the catalytic activity and stability for electrochemical hydrogen production. The electrocatalytic properties of the Ni_xCO₃O₄/NF sample are promoted for hydrogen evolution reaction (HER), where η_{20} , and η_{100} were measured at 70, 109, and 214 mV vs. reverse hydrogen electrode, respectively. Furthermore, the Tafel slope of the Ni_xCO₃O₄/NF electrode (57 mV dec⁻¹) confirms the predominance of the Volmer Heyrovsky mechanism. The Ni_xCO₃O₄/NF composite catalyst with high catalytic activity, remarkable stability, and an electrochemical approach has a significant influence on the extension of renewable energy preparation and application.

Keywords: Nickel foam, Ni_xCO₃O₄ and hydrogen evolution reaction (HER)

**COMPARATIVE STUDY: SIMULTANEOUS UTILIZATION OF MICROBIAL FUEL
CELLS FOR ELECTRICITY GENERATION AND WASTEWATER TREATMENT**

Siham ELMAZOUZI

*Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II University
of Casablanca, Morocco*

H. Mabrak

*Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II University
of Casablanca, Morocco*

F. Allali

*Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment,
ENSAM, Mohammed V University in Rabat, Morocco*

A. Zourif

*Laboratory of Physical-Chemistry, Materials and Catalysis, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan
II, University of Casablanca, Morocco*

A. Salim

*Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II University
of Casablanca, Morocco*

Y. Ghandi

*Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II University
of Casablanca, Morocco*

I. Zerdani

*Laboratory of Laboratory of Ecology and Environment, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II
University of Casablanca, Morocco*

N. Touach

*Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment,
ENSAM, Mohammed V University in Rabat, Morocco*

A. Benzaouak

*Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment,
ENSAM, Mohammed V University in Rabat, Morocco*

Y. Naimi

*Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Faculty of Sciences Ben M'Sick, Hassan II University
of Casablanca, Morocco*

ABSTRACT

his study investigates the potential of Microbial Fuel Cells (MFCs) to generate electricity while treating wastewater. Specifically, it focuses on utilizing garden compost leachate and industrial wastewater as substrates in an MFC with an air cathode. The compost leachate, containing 2083 mg/L of Chemical Oxygen Demand (COD), and industrial wastewater, with 1623 mg/L, were employed for electricity generation. Remarkably, power densities of 70 mW/m² and 132 mW/m² were achieved for industrial wastewater and compost leachate, respectively, accompanied by current densities of 634,920

mA/m² and 793,650 mA/m². Notably, significant reductions of 81.45% and 88.67% in total COD were observed for industrial wastewater and compost leachate, respectively. Analysis through Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) confirmed the breakdown of organic compounds in the leachate. Moreover, examination via EDX and Scanning Electron Microscopy (SEM) revealed alterations in surface morphology and electrode composition. Additionally, the MFC exhibited the capability to remove heavy metals such as Zn, Cu, Cr, Cd, As, and Ni from the leachate. This study underscores the potential of MFCs as a sustainable approach for electricity generation from organic waste while simultaneously aiding in effluent treatment.

Keywords: *Microbial Fuel Cells, garden compost leachate, heavy metals, chemical oxygen demand,*

References

- [1] Y. Naimi, « Stockage pour le développement des énergies renouvelables », *REVUE DE L'ENTREPRENEURIAT ET DE L'INNOVATION*, vol. 2, n° 6, Art. n° 6, juill. 2018, doi: 10.34874/IMIST.PRSM/reinnova-v2i6.13119.
- [2] Sathishkumar, R., Logeshwaran, M., & Kannan, C. (2020). Bioelectricity generation from compost leachate using microbial fuel cell. *Environmental technology*, 41(9), 1168-1175.

**PASOORI - THE PAKISTANI "FLOWER-BOMB" THAT WIPED OUT THE DIVISIONS
AND UNITED THE PEOPLE OVER THE GLOBAL CYBERSPACE. SOME TRENDS AND
PSYCHOLOGICAL NOTES**

Andrey Popatanasov

Elitsa Petrova

Institute of Neurobiology, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Faculty of Classical and Modern Philology, Sofia University, Sofia, Bulgaria

ABSTRACT

Currently one of the most popular Pakistani songs - Pasoori - was created by the authors with partial intention to become a "flower" bomb meant to wipe out some of the politically imposed tensions and discrepancies among the ethnically diverse population on the Indian subcontinent and adjacent areas. According to some charts and statistics it probably eradicated a lot more divisions and united a lot more people in the Indian subcontinent and the nearby regions, than originally expected. With the advance and the globalization of the social media revolution the global cyberspace became an important ground for professional and amateur artists to share their creative work and content and get in contact with their potential or target audience not only locally but also worldwide especially in the developing world. So in this study the authors aimed to explore and analyze the response of the professionals and the general audience on global scale over one of the leading intercontinental cyber platforms for creative media content sharing – Youtube.

The results showed that Pasoori as a song threatening an universal theme of troubled romantic love and considerably rich of influences and elements from various music genres and cultures managed to attract even more culturally diverse artists to remix it and audience to appreciate it, not only in Indian subcontinent but all over the world. Further the new creative works based on Pasoori incorporated new cultural elements and genres, thus the original song served not only as an unifying medium but also as an ambassador of the Pakistani culture on the global scene.

Key words: Pasoori, social media, Youtube, Pakistan, cyberspace.

DESIGN OF A HEARING PROTECTOR WITH SUPPRESSION OF DOMINANT NOISES

Abdelghafour HERIZI

*University MOHAMED BOUDIAF, Faculty of Technology, Electrical Engineering Department,
M'sila, Algeria*

<https://orcid.org/0009-0001-4569-1664>

Ahcene ABED

University MOHAMED BOUDIAF, Faculty of Technology, Electronic Department, M'sila, Algeria

Abdelhafid BENYOUNES

*University MOHAMED BOUDIAF, Faculty of Technology, Electrical Engineering Department,
M'sila, Algeria*

ABSTRACT

Noise is one of the most common occupational hazards, these noise levels represent a potential danger to their hearing and may produce other adverse effects. The role of hearing protection is to reduce the sound level perceived in the ear either with the aim of protecting against the risk of deafness or to improve comfort (sleep, concentration). The main objective is to design a hearing protector equipped with a dominant noise suppression process, making it possible to reduce the loud noises of mining equipment, while allowing voice signals to pass through. This hearing protector contains an electronic circuit designed to be installed in an existing shell so as to be able to carry out performance tests in a noisy environment.

Keywords: Hearing protector; Dominant noises; Deletion; Voice signals; Filtered.

**MARKER ASSISTED SELECTION IN BIOFORTIFICATION THROUGH CROP
BREEDING**

PRITHIVIRAJ K

PG Scholar, Department of Genetics & Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID: 0009-0001-1483-6285

AJAYDESOUZA V

PG Scholar, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Annamalai University
ORCID: 0009-0006-8526-0742

SIVASURIYAN K

PG Scholar, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture,
Annamalai University
ORCID: 0009-0005-3481-8526

KATHIRAVAN P

PG Scholar, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture,
Annamalai University
ORCID: 0009-0008-5502-3863

GUNASEKAR G

PG Scholar, Department of Entomology, Faculty of Agriculture,
Annamalai University
ORCID: 009-0007-2566-8348

ABSTRACT

Biofortification is an approach utilized to extend the wholesome substance of crops by conventional breeding or biotechnology. The advancement of marker-assisted choice (MAS), which risen in reaction to the expanding request for nutrient-rich nourishments around the world, offers a down to earth implies of quickening the biofortification prepare. This outline clarifies the standards and applications of MAS to realize biofortification in trim breeding. MAS joins atomic markers and target wholesome properties, encouraging the recognizable proof and choice of wanted properties. Breeders can presently foresee the nearness of favourable highlights without doing phenotypic assessment, which speeds up the breeding cycle and increments choice exactness. Marker Assisted Selection will improve the amounts of important micronutrients such as zinc, and vitamin A in staple crops of rice, wheat, and maize by utilizing a intensify of hereditary markers, checking single nucleotide polymorphisms (SNPs), insertion-deletions (InDels), and SSRs. MAS and standard breeding combination strategies has bolted in the advance of biofortified trim combinations with updated dietary substance and agronomic execution. Other than, the utilize of bioinformatics gadgets and high-throughput genotyping moves has enabled the upgrade of prescient breeding models and the recognizing confirmation of novel marker-trait affiliations. All-encompassing technique that considers financial viewpoints, phenomics, and hereditary qualities is fundamental for the fruitful arrangement and uptake of nutrient-rich sorts of crops, indeed in spite of the fact that MAS contains a part to offer in terms of quickening the breeding prepare for biofortified crops. Persistent investment in inquire about, foundation, and capacity building will be essential in case MAS is to be legitimately utilized within the battle against starvation and to move forward nourishment security and nourishment results all inclusive.

Keyword: Biofortification, Marker Assisted Selection, Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) etc.,

BAYESIAN NETWORK MODEL FOR MODELLING COVID-19 IN ALBANIA

Klodiana Bani

Ornela Gordani

University of Tirana

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic highlighted the importance of predicting and understanding infectious diseases. The need for disease modeling has become a significant challenge and different techniques have been proposed. Among these techniques, Bayesian statistics has emerged as a powerful tool for modeling infectious diseases because of its ability to adapt to dynamic datasets. Bayesian statistics, renowned for their flexibility in incorporating updated information and uncertainties, have found widespread application in epidemiological research. A specific application of Bayesian statistics to complex systems is the Bayesian network and it is used to analyze the probabilistic relationship between a set of variables. So, Bayesian networks can be used to identify and evaluate the various risk factors contributing to disease transmission and also to create predictive models to anticipate future scenarios. Such predictive models can be used to minimize the impact of the pandemic on public health and society as a whole because they enable public health authorities to implement targeted interventions and mitigation strategies.

In this paper, our aim is to use the Bayesian network to model the spread of COVID-19 in Albania, as it is an infectious disease for which we have daily data. By analyzing how the factors that influence the spread of the disease interact with each other, we aim to predict what measures we should take to prevent the evolution of the disease. Also, we will use the “rstan” package in RStudio, which is a package that offers a relationship between the R and Stan programming languages. Stan is a probabilistic programming language used for statistical modeling and Bayesian inference.

Keywords: Bayesian Network, infectious diseases, model, prediction, rstan.

TECHNOLOGICAL STUDY AND DIELECTRIC PROPERTIES OF LIZARDITE-BASED CERAMICS

Youssef ARKAME

Achraf HARRATI

Abdeslam EL BOUARI

Chaouki SADIK

Laboratory of Physical-Chemistry, Materials and Catalysis (LCPMC), Geomaterials and Materials for Energy Team, Faculty of Sciences Ben M'Sik, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

This work focuses on characterizing lizardite clay mineral and studying the technological and dielectric properties of ceramics made from this geomaterial through experimental measurements. This mineral has not previously been evaluated for their physical and dielectric properties. Lizardite clay was extracted from the Beni Boussera region in Morocco and analyzed to determine its chemical composition, mineral phases, and thermal properties. Purification isolated the key mineral components, predominantly silica (47.16 wt%) and magnesia (31.21 wt%), along with clay minerals lizardite and chlorite. Ceramic test specimens were fabricated by uniaxial pressing, followed by sintering at temperatures from 900-1200 °C. Increasing sintering temperature was found to decrease porosity and water absorption while increasing density, shrinkage, and mechanical strength. Optimized dielectric properties were achieved with 1100 °C sintering, resulting in a dielectric constant of 1.33, dielectric loss around 0.08, and conductivity of 4.86×10^{-8} S/cm at high frequencies. The 1100 °C ceramic specimens showed 17% porosity, 2.02 g/cm³ density, 9.86% water absorption, and 19.3 MPa mechanical strength. Overall, the natural lizardite clay was successfully employed to produce ceramics with favorable technological, mechanical and dielectric properties using a controlled manufacturing process, demonstrating the potential of this geomaterial for ceramic applications.

Keywords: Lizardite; Magnesian silicates; Ceramic materials; Sintering; Dielectric properties.

References:

- Arkame, Y., Harrati, A., Et-Tayea, Y., Manni, A., Oudrhiri Hassani, F., El Bouari, A., Sdiri, A., El Amrani El Hassani, I.E., Sadik, C., 2023. General characterization and potential use of Moroccan lizardite clay in ceramics: Technological and dielectric studies. *Open Ceram.* 13, 100332. <https://doi.org/10.1016/j.oceram.2023.100332>
- Manni, A., Harrati, A., Haddar, A. El, Chari, A., Sdiri, A., Hassani, F.O., Bouari, A. El, El, I.-E., Hassani, A. El, Sadik, C., 2020. Effects of Lizardite Addition on Technological Properties of Forsterite-monticellite Rich Ceramics Prepared from Natural Magnesite and Dolomite. *J. Constr. Res.* 2, 9–20. <https://doi.org/10.30564/JCR.V2I1.2684>

UI/UX DİZAYN – RƏQƏMSAL CƏMİYYƏTİN DAYANIQLI İNKİŞAFININ TƏMİNATÇISI
KİMİ

UI/UX DESIGN – AS A PROVIDER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE
DIGITAL SOCIETY

Almaz Aliyeva

Mingachevir State University Mingachevir, Azerbaijan

ORCID: 0000-0002-2986-1387

Asuda Abdurrahmanova

Mingachevir State University Mingachevir, Azerbaijan

ORCID: 0000-0002-9648-792X

Son illər, xüsusən pandemiyadan sonra əksər kompaniyalar sürətlə rəqəmsallaşmağa başladı. 2022-ci ildə 200 milyondan çox aktiv veb-sayt mövcud idi. Onlardan çoxu biznes fəaliyyəti üçün yaradılmışdır. Brend firmalar isə həm özlərinə məxsus veb-saytlara, həm də tətbiqlərə malikdirlər. Artıq qaçılmaz olan rəqəmsal transformasiyanın sürətlənməsində əsas rollardan birini insan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsinin mühüm anlayışlarından olan UI/UX dizayn oynayır. Bu növ dizaynla rəqəmsal vasitələr və xidmətlər istifadəçilər üçün daha əlçatan və sadələşdirilmiş olur. UI (yəni istifadəçi interfeysi) və UX (istifadəçi təcrübəsi) əsaslı layihələndirmələr yalnız veb-sayt və tətbiqlərin deyil, telefon, kompüter kimi digər rəqəmsal vasitələrin də əsas keyfiyyət meyarlarından birinə çevrilmişdir. Dünya təcrübəsində artıq istehlakçıların məhsul seçərkən UI/UX dizaynını digər göstəricilərdən üstün tutduğu müşahidə edilir.

Təqdim edilən işdə əsas məqsəd UI/UX dizaynların rəqəmsal cəmiyyətin inkişafında oynadığı rolu və verdiyi faydaları araşdırmaq, UI/UX dizaynının rəqəmsal cəmiyyətin dayanıqlı inkişafına təsiri ilə bağlı əsas aspektlərin qısa təhlilini verməkdir.

Açar sözlər: istifadəçi interfeysi, istifadəçi təcrübəsi, rəqəmsal transformasiya, veb-sayt, tətbiq

In recent years, especially after the pandemic, most companies have started to digitize rapidly. In 2022, there were more than 200 million active websites. Most of them have been created for business activities. Brand companies have their own websites and applications. UI/UX design, one of the important concepts of human-computer interaction, plays one of the main roles in the acceleration of digital transformation, which is already inevitable.

This type of design makes digital tools and services more accessible and easier for users. Design based on UI (i.e. user interface) and UX (user experience) has become one of the main quality criteria not only for websites and applications, but also for other digital tools such as phones and computers. In global experience, it has already been observed that consumers prefer UI/UX design to other indicators when choosing a product.

The main goal of the presented work is to investigate the role and benefits of UI/UX designs in the development of digital society, and to provide a brief analysis of the main aspects related to the impact of UI/UX design on the sustainable development of digital society.

Keywords: user interface, user experience, digital transformation, website, application

**SOLVING A CLASS BOUNDARY PROBLEM
BİR SINIF SƏRHƏDİ MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİ**

Sariya I.Allahverdiyeva

Mingachaur State Universety

<https://orcid.org/0009-0007-2475-4148>

Summary. This article constructs a fundamental solution to a boundary value problem on the geometric midpoint of the domain for an integro-differential equation of 3D Bianchi type with a dominant third-order mixed derivative with non-smooth coefficients.

Key Words: integro-differential equations, boundary value problem on the geometric midpoint of a domain, fundamental solutions.

AMS Subject Classification: 35L25, 35L35.

Xülasə. Bu məqalədə qeyri-hamar əmsallarla dominant üçüncü dərəcəli qarışıq törəmə ilə 3D Bianchi tipli integro-diferensial tənlik üçün sahənin həndəsi orta nöqtəsində sərhəd məsələsinin fundamental həlli qurulur.

Açar sözlər: integro-diferensial tənliklər, oblastın həndəsi orta nöqtəsi üzrə sərhəd məsələsi, fundamental həllər.

AMS Subject Classification: 35L25, 35L35

1. Introduction.

In the mathematical literature, there are only a few scientific works that explore the issues of constructing fundamental solutions for hyperbolic equations with dominant mixed derivatives (or pseudo-parabolic equations) with variable coefficients. The works of D. Colton [1], M. Kh.Shkhanukov and A. P.Soldatov [2], carried out in this direction, show that for some classes of such equations with sufficiently smooth coefficients, the fundamental solution can be defined as an analogue of the classical Riemann function. However, the method of Riemann characteristics used in these works is a very limited method and, generally speaking, does not allow generalization even to the case of simple nonlocal problems, even in the case of equations with constant coefficients. It should be especially noted that in the literature so far it has been possible to construct the Riemann function for various classes of equations only for the case of sufficiently smooth coefficients. Therefore, a very pressing question arises about the study of questions of correct solvability and the construction of fundamental solutions for boundary value problems related to hyperbolic equations (or pseudo-parabolic equations) with dominant mixed derivatives, generally speaking, with non-smooth variable coefficients. In this regard, this demonstrated work is devoted to the study of boundary value problems of a new type for integro-differential equations of 3D Bianchi type with dominant mixed derivatives having, generally speaking, non-smooth L_p -coefficients (i.e., coefficients from spaces of type L_p) and questions of method development constructing their fundamental solutions. It is presented mainly in relation to third-order integro-differential equations of the 3D Bianchi type with triple characteristics. In this case, an important fundamental point is that the equation under consideration has non-smooth coefficients that satisfy only some conditions such as P-integrability and boundedness, i.e., the considered integro-differential operator of the 3D Bianchi type does not have a traditional adjoint operator. Therefore, the Riemann function for such an equation cannot be studied by the classical method of characteristics. In this article, a methodology has been developed for studying such problems that significantly uses modern methods of function theory and functional analysis.

Using this technique, a new concept of an adjoint problem is introduced for boundary value problems. Such conjugate problems, in contrast to conjugate problems of the traditional form, defined through formally conjugate differential operators, by definition have the form of an integral equation, and therefore make sense under fairly weak conditions on the coefficients. Using such a conjugate problem, the concept of a fundamental solution is introduced and an integral representation is found for solutions to the corresponding boundary value problems.

Formulation of the problem.

Consider an integro-differential equation of the type (3D means three-dimensional) 3D Bianchi

$$\begin{aligned}
 (V_{1,1,1}u)(x, y, z) \equiv & u_{xyz}(x, y, z) + A_{0,0,0}u(x, y, z) + A_{1,0,0}u_x(x, y, z) + \\
 & + A_{0,1,0}u_y(x, y, z) + A_{0,0,1}u_z(x, y, z) + A_{1,1,0}u_{xy}(x, y, z) + A_{0,1,1}u_{yz}(x, y, z) + \\
 & + A_{1,0,1}u_{xz}(x, y, z) + \int_{\sqrt{x_0+1}}^x \int_{\sqrt{y_0+1}}^y \int_{\sqrt{z_0+1}}^z [K_{0,0,0}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)u(\tau, \xi, \eta) + K_{1,0,0}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) \times \\
 & \times u_x(\tau, \xi, \eta) + K_{0,1,0}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)u_y(\tau, \xi, \eta) + K_{0,0,1}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) \times \\
 & \times u_z(\tau, \xi, \eta) + K_{1,1,0}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)u_{xy}(\tau, \xi, \eta) + K_{0,1,1}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) \times \\
 & \times u_{yz}(\tau, \xi, \eta) + K_{1,0,1}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)u_{xz}(\tau, \xi, \eta)] d\tau d\xi d\eta = \varphi_{1,1,1}(x, y, z), \quad (x, y, z) \in G,
 \end{aligned} \tag{1}$$

Here $u = u(x, y, z)$ the required function defined on G ; $A_{i,j,k} = A_{i,j,k}(x, y, z)$ given measurable functions on $G = G_1 \times G_2 \times G_3$, where

$$G_1 = (x_0, x_1), x_0 \geq 0, \quad G_2 = (y_0, y_1), y_0 \geq 0, \quad G_3 = (z_0, z_1), z_0 \geq 0; \quad \varphi_{1,1,1}(x, y, z)$$

given measurable function on G . Equation (1) is a hyperbolic integro-differential equation that has three real simple characteristics $x = const$, $y = const$, $z = const$. In addition, in the literature so far it has been possible to construct the Riemann function of equation (1) only for the case when $K_{i,j,k}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) \equiv 0$ and functions $A_{i,j,k}(x, y, z)$ are quite smooth i.e. when functions $A_{i,j,k}(x, y, z)$ continuous along with derivatives $D_x^i D_y^j D_z^k A_{i,j,k}(x, y, z)$ in area \bar{G} . In [3], an equation with a dominant derivative was studied u_{xyz} . This type of equation is used in models of vibration processes, and is also of no small importance in the theory of approximation. Therefore, in practice there are problems that are directly related to a three-dimensional boundary value problem or to a hyperbolic equation. Boundary value problems for integro-differential equations with a dominant mixed derivative given at the geometric midpoint of a domain u_{xyz} studied in the works of the authors [4], [5].

In this work, equation (1) is studied for the first time in the general case when the coefficients $A_{i,j,k}(x, y, z)$ and $K_{i,j,k}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)$ are non-smooth functions that satisfy only the following conditions:

$$\begin{aligned}
 A_{0,0,0}(x, y, z) \in L_p(G), A_{1,0,0}(x, y, z) \in L_{\infty,p}^{x,y,z}(G), A_{0,1,0}(x, y, z) \in L_{p,\infty}^{x,y,z}(G), \\
 A_{0,0,1}(x, y, z) \in L_{p,\infty}^{x,y,z}(G), A_{1,1,0}(x, y, z) \in L_{\infty,p}^{x,y,z}(G), A_{0,1,1}(x, y, z) \in L_{p,\infty}^{x,y,z}(G), \\
 A_{1,0,1}(x, y, z) \in L_{\infty,p}^{x,y,z}(G), K_{i,j,k}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) \in L_{\infty}(G \times G).
 \end{aligned}$$

Under these conditions the solution $u(x, y, z)$ equation (1) we will look for in the space of S.L.Sobolev $W_p^{(1,1,1)}(G) = \{u \in L_p(G) / D_x^i D_y^j D_z^k u \in L_p(G); \quad i, j, k = 0, 1\}$, where $1 \leq p \leq \infty$. Norm in

space $W_p^{(1,1,1)}(G)$ we will define by equality $\|u\|_{W_p^{(1,1,1)}(G)} = \sum_{i,j,k=0}^1 \|D_x^i D_y^j D_z^k u\|_{L_p(G)}$.

For equation (1), the conditions at the geometric midpoint of a non-classical region can be specified in the form

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{0,0,0}u \equiv u(\sqrt{x_0 x_1}, \sqrt{y_0 y_1}, \sqrt{z_0 z_1}) = \varphi_{0,0,0} \\ (V_{1,0,0}u)(x) \equiv u_x(x, \sqrt{y_0 y_1}, \sqrt{z_0 z_1}) = \varphi_{1,0,0}(x), \\ (V_{0,1,0}u)(y) \equiv u_y(\sqrt{x_0 x_1}, y, \sqrt{z_0 z_1}) = \varphi_{0,1,0}(y), \\ (V_{0,0,1}u)(z) \equiv u_z(\sqrt{x_0 x_1}, \sqrt{y_0 y_1}, z) = \varphi_{0,0,1}(z), \\ (V_{1,1,0}u)(x, y) \equiv u_{xy}(x, y, \sqrt{z_0 z_1}) = \varphi_{1,1,0}(x, y), \\ (V_{0,1,1}u)(y, z) \equiv u_{yz}(\sqrt{x_0 x_1}, y, z) = \varphi_{0,1,1}(y, z), \\ (V_{1,0,1}u)(x, z) \equiv u_{xz}(x, \sqrt{y_0 y_1}, z) = \varphi_{1,0,1}(x, z), \end{array} \right. \quad (2)$$

where $\varphi_{0,0,0} \in R$ is a given number, and the rest $\varphi_{i,j,k}$ are given functions that satisfy the conditions:

$$\begin{aligned} \varphi_{1,0,0}(x) \in L_p(G_1), \varphi_{0,1,0}(y) \in L_p(G_2), \varphi_{0,0,1}(z) \in L_p(G_3), \varphi_{1,1,0}(x, y) \in L_p(G_1 \times G_2), \\ \varphi_{0,1,1}(y, z) \in L_p(G_2 \times G_3), \varphi_{1,0,1}(x, z) \in L_p(G_1 \times G_3). \end{aligned}$$

REFERENCES

1. Colton D., Pseudoparabolic equations in one space variable. J. Diff. equat., 12:3 (1972), pp. 559–565.
2. Shkhanukov M.Kh., Soldatov A. P., Boundary value problems with the general nonlocal condition of A. A. Samarsky for pseudoparabolic equations of high order. Doklad NAS of Azerb SSR, 297:3 (1987), pp. 547–552.
3. Besov O.V., Ilin V. P., Nikolskiy S.M. Integral representations of functions and embedding theorems. Nauka, M., (1975), 480 p. (In Russian)
4. Mammedov I. G., Abdullayeva A.J., One 3D in the Geometrical Middle Problem in the Non-Classical Treatment for one 3D Bianchi integro-differential Equation with Non-Smooth Coefficients. Caspian Journal of applied mathematics, ecology and economic, Volume 6, №1, 2018, pp.73-81.
5. Mammedov I.G., Abdullayeva A.J. On the correct solvability of a boundary value problem in the non-classical interpretation, defined at the geometric midpoint of the domain for one 3D Bianchi integro-differential equation, Nauchnie Izvestiya Sumgayit State University, Seri: Estestvennie i tekhnicheskie nauki, 2018, v. 18, No 3, pp. 4-13. (In russian)

**OPTIMIZING ENERGY EFFICIENCY THROUGH IOT APPLICATIONS IN SMART
URBAN ENVIRONMENTS**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В УМНЫХ ГОРОДАХ**

Asadova Maryam Yahuzar

Azerbaijan Technical University, doctoral student Mingachevir State University, teacher

ORCID ID: 0000-0002-5419-4985

ABSTRACT

Optimal utilization of energy in smart cities is one of the biggest challenges. Behind this issue lies the fact that managing city operations autonomously requires a large number of interconnected devices, which consume significant amounts of energy. In response to these challenges, we propose a model that can enhance energy efficiency in smart homes and cities. This model leverages modern technologies such as the Internet of Things (IoT), 5G, and cloud computing. The proposed model enables the efficient management of four key aspects in smart cities: street lighting, buildings and street advertising billboards, smart homes, and intelligent parking. All electrical devices in smart cities are equipped with IoT sensors, which detect movements and respond to commands. The 5G technology is employed for rapid data transmission, while cloud technology is utilized for effective data storage and retrieval. This proposed model has the potential to improve energy utilization in smart cities and contribute to more efficient management.

Key words: smart city, energy, energy regulation, IoT

Резюме

Оптимальное использование энергии в умных городах является одной из самых больших проблем. Позади этой проблемы стоит факт того, что автономное управление городскими операциями требует большого количества взаимосвязанных устройств, которые потребляют значительное количество энергии. В ответ на эти вызовы, мы предлагаем модель, которая может повысить энергоэффективность в умных домах и городах. Эта модель использует современные технологии, такие как интернет вещей (IoT), 5G и облачные вычисления. Предложенная модель обеспечивает эффективное управление четырьмя ключевыми аспектами в умных городах: уличным освещением, зданиями и рекламными щитами на улицах, умными домами и интеллектуальными парковками. Все электрические устройства в умных городах оснащены датчиками IoT, которые обнаруживают движения и реагируют на команды. Технология 5G используется для быстрой передачи данных, в то время как облачные технологии применяются для эффективного хранения и получения данных. Эта предложенная модель имеет потенциал для улучшения использования энергии в умных городах и способствует более эффективному управлению.

Ключевые слова: умный город, энергии, энергетическое регулирование, IoT

ELEKTRİK VERİLİŞ XƏTTİNİN BURAXMA QABİLİYYƏTİNİN ARTIRILMASI
INCREASING THE CAPACITY OF ELECTRICAL TRANSMISSION LINES

Səadət Yaşar qızı Şıxəliyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID:0000-0002-8137-7357

XÜLASƏ

Məqalədə birbaşa əlaqəli parametrlər təhlil edilir elektrik şəbəkəsində ötürülən aktiv güc, nəticələr çıxarılır və elektrik veriliş xəttinin (EVX) gücünün artırılması yolları təklif edilmişdir. Bu üsulla birbaşa əlaqəli parametrlərə təsir ötürülən aktiv güc iki yolla istehsal edilə bilər: EQ-nin dəyişdirilməsi, həyəcan cərəyanının dəyişdirilməsi və keçiriciliyinin dəyişdirilməsi ilə. Müasir elmi-texniki nailiyyətlər kompensasiya cihazlarının tərkibini təyin edərkən reaktiv gücün (RG) dəyişməsinə seçim imkanı verir. Müəyyən cihazların istifadəsi xüsusi şəbəkə konstruksiyasından asılıdır, elektrik verilişinin hansılardan ibarət olacağı, yük qrafiki, iqtisadi və ekoloji mülahizələr ilə EVX-nin ötürücülük qabiliyyətinin artırılması. RG-nin eninə kompensasiyasının təsirləri bütün amillərlə və alternativ üsullarla müqayisədə nəzərə alaraq tərtib edilməlidir.

Məlumdur ki, ayrı-ayrı xətlərin buraxma qabiliyyətlərinin lazımi səviyyədə olmaması enerji ötürülməsinin həm normal, həm dəqısa qapanma hallarında güc çıxışını məhdudlaşdırır və bu da müasir dövrün energetikasının əsas problemlərindən biridir. Onu həll etməyinin mümkün və məlum yolları təqdim olunan yazıda öz əksini tapır. EVX-nin ötürücülük qabiliyyətinin artırılması üsulları deyərək eninə kompensasiya, reaktiv gücün kompensasiyası, statik tiristor kondensatoru vasitəsilə kompensasiya və s. nəzərdə tutulur.

Açar sözlər: şəbəkə parametrləri, elektrik enerjisi sənayesi, reaktiv güc, aktiv güc, təsir, ötürmə qabiliyyəti.

ABSTRACT

The article analyzes the parameters directly related to the active power transmitted in the electrical network, draws conclusions and suggests ways to increase the power of the power transmission line (PTL). With this method, active power transmitted directly to the parameters can be obtained in two ways: by changing the ESC, by changing the excitation current and by changing its conductivity. Modern scientific and technical achievements make it possible to choose the reactive power (RP) option when determining the composition of compensating devices. The use of which devices depends on the specific network design, what the power transmission will consist of, load patterns, and economic and environmental considerations for increasing EVX capacity. The effects of lateral compensation of RG should be applied taking into account all factors and in comparison with alternative methods.

It is known that the lack of sufficient power of individual lines limits the output of power both during normal and short circuit power transmission, and this is one of the main problems of modern energy. Possible and known ways to solve it are reflected in the presented article. Speaking about methods for increasing the throughput of the electronic heating system, they include transverse compensation, reactive power compensation, compensation through a static thyristor capacitor and etc.

Keywords: network parameters, electric power industry, reactive power, active power, influence, transmission capacity.

GİRİŞ

Elektrik veriliş xəttinin buraxma qabiliyyəti dedikdə bütün texniki məhdudiyyətlərə uyğun olaraq xətt üzərindən ötürülə bilən maksimum güc başa düşülür. Texniki məhdudiyyətlərə aşağıdakılar daxildir:

- statik və dinamik sabitlik;
- naqillərin buraxılabilən qızması;
- xətlərin uclarında maksimum gərginlik səviyyələri;
- minimum icazə verilən xəttin səmərəliliyi (f.i.ə);
- kommutasiya avadanlığının buraxılabilən cərəyanları.

Məlumdur ki, ayrı-ayrı xətlərin enerji ötürülməsinin buraxma qabiliyyətinin lazımi səviyyədə olmaması [3], həm normal, həm də qısa qapanma və qısa qapanmadan sonrakı hallarda, daxili energetikanın müasir dövründə əsas problemlərindən biri sayılır. Onu həll etməyin mümkün və məlum yollarını nəzərdən küçürək.

1. Elektrik veriliş xətlərin ötürmə qabiliyyətinin artırılması

Qeyd olunan üsulla birbaşa ötürülən aktiv güc ilə əlaqəli olan parametrlərə təsir iki yolla əldə edilə bilər - EHQ-nin, təsirləndirici cərəyanının və keçiriciliyinin dəyişdirilməsi ilə.

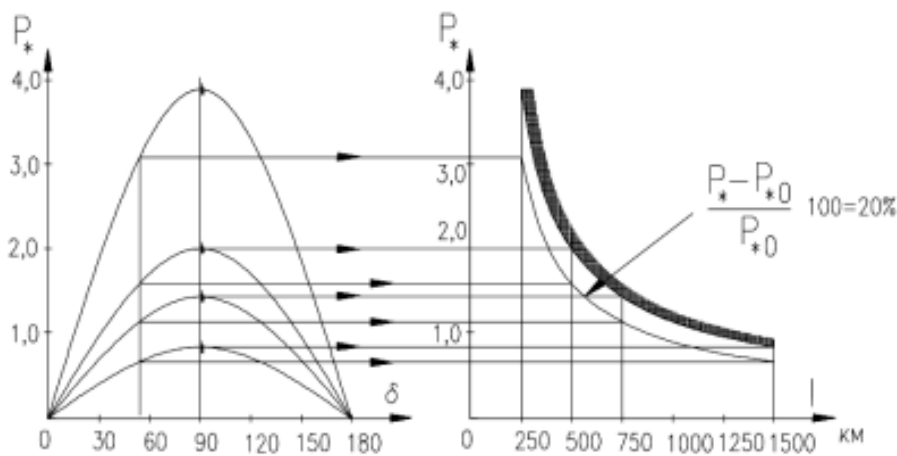
2. Eninə kompensasiya

Bu texniki həll elementar fikrə əsaslanır. Bu fikir nə zaman ki, bəzi aralıq nöqtələrdə aşağı gərginlik dəyərini saxlamaqla enerji ötürülməsinin tutumu ən uzun EVX uzunluğuna uyğun gələcək, qeyri-məhdud bölmələrdə isə - qeyri-məhdud ötürmə qabiliyyətinin artırılmasına əsaslanacaqdır.

Bu vəziyyətdən çıxış edərək təbii bir sual çıxır ki, kompensasiya edilmiş ərazilər nə qədər genişləndirilə bilər. Digər xarakterli və mürəkkəbli problemlər də bu metodun praktiki həyata keçirilməsində maraq doğurur.

3. Kompensasiya edilmiş bölmələrin maksimum uzunluğu

Natural gücün qiymətindən az olan bir elektrik xətti üzərindən enerji ötürüldükdə xəttin yaratdığı ötürülən güc artıqlığında düyün nöqtələrində gərginliyin artması müşahidə olunacaq. Xəttin uzunluğundan asılı olaraq yüksüz iş rejimində xətt boyunca gərginlik hava xəttinin sonluqlardakı qiymətə nisbətə buraxılabilən həddi keçəcəkdir (şəkil 1.). Bu qiymət ifrat yüksək gərginlik EHV xətləri üçün aşağıdakı şərtlər altında sabit şəraitdə məhdudlaşdırılacaq: uzun elektrik xətlərinin izolyasiyasının buraxılabilən şərtlərinə görə, ümumi şərtlərə uyğun olaraq naqillərin buraxılabilən taclanma və radio müdaxilə səviyyəsinə görə [2].



Şəkil 1. Maksimum və ən böyük ötürülən aktiv gücün enerji ötürülməsinin uzunluğundan Asılılığı

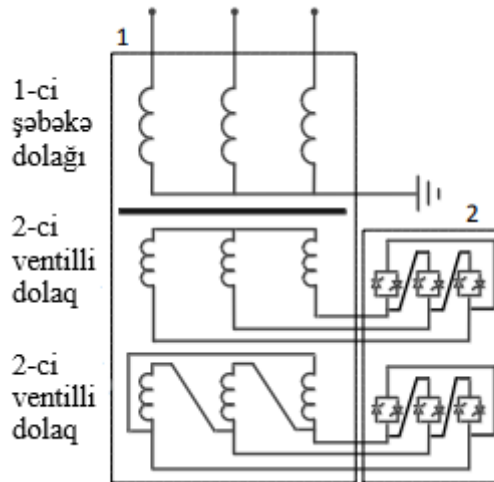
4. Reaktiv gücün kompensasiyası

Elektrik və maqnit sahəsinə bərabər gücün olduğu bir rejimdə reaktiv güc (RG) balanslaşdırılmış olur. Belə bir rejimin olması halı təsadüf natural enerji ötürülməsi rejiminə uyğundur. Ancaq EVX-nin işçi rejimlərinin böyük əksəriyyətində enerji ötürülməsinin həyata keçirməsində normativ sənədlərə uyğun olaraq parametrləri tənzimləyən enerji ötürülməsi rejimi, reaktiv gücün həddindən artıq istehlakı və ya çatışmayan ehtiyatı üçün texniki tədbirlərin yaranması rejimi müşahidə olunur. Yuxarıda göstərilən tələbləri həyata keçirmək üçün elektrik qurğularının müəyyən bir sinfi kompensasiya qurğuları (KQ) adlanır. Bunlar elektrostatik konstruktivliyə malik olan KQ aşağıdakı siniflərə bölünür: statik və elektrik maşınlar.

Əsasən xüsusi diqqət RG mənbəyi sırasında iştirak etməyən, ancaq onu yaradabilən və istehlak edə bilən KQ-na diqqət yetirilməlidir. Hal-hazırda bu qurğulara idarəolunan şunt reaktorları əsasında işləyən qurğular aiddir: ASK, STK, SSK.

a) İdarəolunan şunt reaktorları (İŞR).

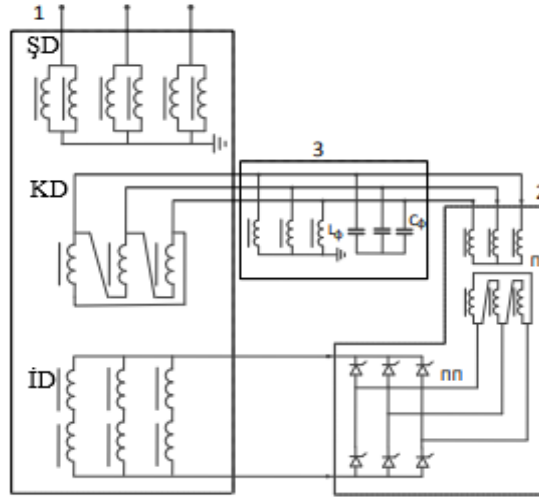
Elektrik şəbəkələrin iş şəraitinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırılmasını təmin edən RG istehlakında hamar bir dəyişikliyi həyata keçirmək üçün İŞR-lər hazırlanmışdır. İstismarda bir neçə növ İŞR-lər istifadə olunur. Reaktorlar tiristor klapanları ilə idarəolunan (TİŞR-lər) (şəkil 2.), maqnitləşmə ilə idarəolunan (MİŞR-lər) və vakuum reaktorları qrupuna aid olan (VİŞR-lər).



Şəkil 2. TİŞR-in əsas elektrik diaqramı. 1 - elektromaqnit hissəsi

2 - tiristor blokları

İdarə olunan reaktorun ikinci növü maqnitləşdirilmiş reaktordur, hansı ki bu reaktorun hesabına induktivliyin dəyişməsi xarici mənbədən maqnit axını ilə nüvə poladının doyması hesabına baş verir (maqnit gücləndiricisi prinsipi) (şəkil 3.).



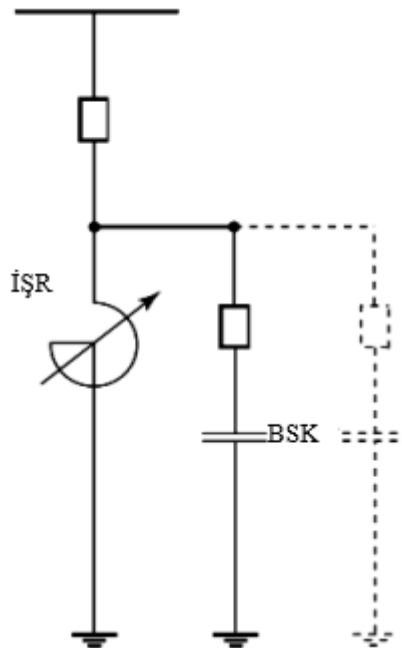
Şəkil 3. MİŞR-in 180000/500-ün sxematik diaqramı

- 1 – elektomaqnit hissəsi (ŞD - şəbəkə dolağı; KD - kompensasiya dolağı;
İD - idarəetmə dolağı); 2 – tiristorlu düzəldici (TD) ilə (AT) aralıq transformatoru;
3 – yüksək harmonikalar filtri

[3]-də, müxtəlif İŞR konstruksiyalarını müqayisə edərkən, xüsusən bu nəticələr çıxarılır ki, MİŞR “aşağı sürətə görə 330-500 kV-luq elektrik şəbəkələrində istifadə edildikdə daha az effektivdir” və “xətti şuntlama TİŞR tipli reaktor tərəfindən yerinə yetirilərkən daha effektivdir. Bununla belə, eyni zamanda, [16], TİŞR-in dəyəri MİŞR-in dəyərindən 1,363 dəfə yüksəkdir.

b) İŞR əsasında RGM.

İŞR-ə əsaslanan RGM aralıq şəbəkəsinə idarəolunan şunt reaktoru və batareyalı statik kompensatorun (BSK) paralel qoşulmasından başqa bir şey deyil (şəkil 4.).

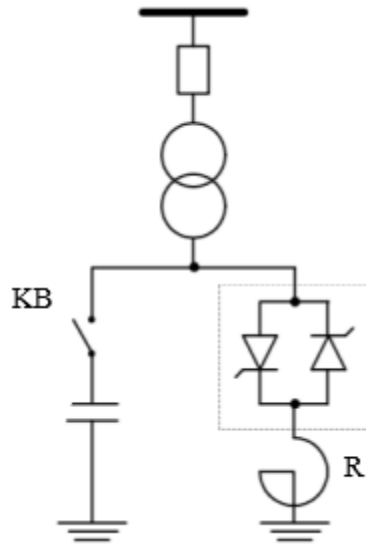


Şəkil 4. BSK əsasında İŞR

5. Statik tiristor kompensatoru STK

Tiristorla idarə olunan reaktor eninə bağlı olaraq tiristorla idarə olunan induktivlikdir, reaktiv müqaviməti tiristor açarının keçiriciliyinin idarə olunması ilə dəyişdirilir. Tiristorla qoşulan

kondansator – tiristorlarla eninə qoşulan bir tutumdur, hansının ki müqaviməti diskret olaraq tiristor açarının sıfır və ya tam keçiriciliyi vasitəsilə dəyişir (şəkil 5.).



Şəkil 5. STC sxemi. R – reaktor, KB – kondensator batareyası

NƏTİCƏ Sonda belə nəticəyə gələ bilərik ki, müasir elmi-texniki nailiyyətlər RG kompensasiya qurğularının tərkibini təyin edərkən seçim imkanı yaradır. Müəyyən qurğuların istifadəsi xüsusən elektrik verilişinin şəbəkə konstruksiyasından asılıdır, yük qrafikindən, həmçinin iqtisadi və ekoloji mülahizələrdən. Ötürücülük qabiliyyətinin artımı RG-nin eninə kompensasiyası bütün təsirləri nəzərə alaraq və alternativ üsullarla müqayisədə tətbiq edilməlidir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Shikhaliyeva S.Y. Analysis of unexplained breaks in power transmission lines. International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” (IJTPE), Vol.15, № 2, June 2023 . P. 198-206.
2. Shikhaliyeva S.Y. Wireless Communication Technology In Energy Tracking. Azerbaijan Technical University International Conference on Artificial Intelligence and Applied Mathematics in Engineering. ATU, Baku. 20-21-22 may 2022. P.153.
3. Shikhaliyeva S.Y., Mustafayev V.S. Enerji istehsalı və ötürülməsində enerjiyə qənaət. Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Heydər Əliyev dühası və müasir Azərbaycan” elmi-nəzəri konfransın materialları, MDU, Mingachevir 5-6 may 2022. P. 36-39.
4. Shikhaliyeva S.Y., Aşurova U.İ. Azərbaycanın elektrik şəbəkələrində elektrik enerjisi itkilərinin hesablanması, təhlili və tənzimlənməsi təcrübəsi. Tətbiqi fizika və energetikanın aktual məsələləri. III Beynəlxalq elmi konfrans, SDU, Sumqayıt, 27-28 oktyabr 2022. P. 130-133.
5. Shikhaliyeva S.Y., Şəfiyeva A.B. Enerjiyə qənaət etmədə innovativ yanaşmalar. “Yeni dövrdə təhsil və tədqiqat fəaliyyəti: reallıqlar və çağırışlar”, Beynəlxalq elmi konfrans, MDU, Mingachevir, Cild 2, 16-17 dekabr 2022. Səh. 608-611.
6. Shikhaliyeva S.Y. Influence of load factor of asynchronous engines for reactive power consumption. Флагман науки, Спб., Изд. ГНИИ «Нацразвитие», №2 (13), февраль 2024, P. 265-270.
7. Жуков Л.А. О некоторых характеристиках установившихся режимов магистральных электропередач, содержащих устройства регулируемой поперечной компенсации. Труды МЭИ,

вып. № 344. Тематический сборник «Электрические системы и управление ими». М.: МЭИ, 1977. С. 6-15.

8. Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 488 с.

9. Кочкин В.И. Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах. / Кочкин В. И., Шакарян Ю.Г. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. 312 с.

**EXPLORING THE IMPACT OF VISUAL AIDS ON MATHEMATICAL LEARNING: A
GRAPHIC DESIGN PERSPECTIVE FOR EDUCATION ENHANCEMENT**

Ajayi Olayemi T.

Department of Mass Communication, Lead City University, Ibadan, Oyo State, Nigeria

ORCID: 0000-0002-0865-3490

ABSTRACT

Visual aids have long been recognized as valuable tools in educational settings, particularly in mathematics education, where abstract concepts can often be challenging to grasp. This qualitative research endeavors to investigate the efficacy of visual aids in enhancing learning outcomes within the realm of mathematics education, adopting a graphic design approach. The statement of the problem arises from the persistent struggle of students to comprehend abstract mathematical concepts solely through traditional teaching methods. Despite the widespread acknowledgment of the benefits of visual aids, there remains a gap in understanding the specific impact of graphic design principles on improving learning outcomes in mathematics. Drawing upon theories of cognitive psychology, visual communication, and educational psychology, the theoretical framework underpinning this study posits that well-designed visual aids have the potential to facilitate deeper understanding, retention, and application of mathematical concepts. By integrating graphic design principles such as simplicity, clarity, and visual hierarchy, visual aids can provide learners with scaffolded support, aiding in the construction of mental models and conceptual frameworks. Methodologically, this research employs a qualitative approach, utilizing semi-structured interviews, classroom observations, and document analysis to gather rich, contextual data. A purposive sample of mathematics educators and students from diverse backgrounds will be selected to ensure the representation of varied perspectives and experiences. Preliminary results indicate that strategically designed visual aids, tailored to the cognitive and developmental needs of learners, have a significant positive impact on engagement, comprehension, and problem-solving skills in mathematics. Furthermore, the qualitative analysis reveals insights into the design features and instructional strategies that are most effective in leveraging visual aids for educational purposes. In conclusion, this study underscores the importance of incorporating graphic design principles into mathematics education to enhance learning outcomes. It recommends the integration of visual aids as an integral component of pedagogical practices, accompanied by professional development opportunities for educators to enhance their design proficiency. By embracing a graphic design approach, educators can empower students to overcome conceptual barriers and develop a deeper appreciation for the beauty and utility of mathematics.

Keywords: Cognitive Psychology, Graphic Design, Mathematics Education, Qualitative Research, Visual Aids, Visual Communication.

Relevance of the Study to the United Nations SDGs

This study aligns with UN SDGs by enhancing quality education (SDG 4) through innovative teaching methods in mathematics, reducing educational disparities (SDG 10), fostering innovation (SDG 9), and promoting partnerships (SDG 17) to advance sustainable development goals through effective collaboration and evidence-based insights.



KADIN SAĞLIĞI BAĞLAMINDA KÜRESEL ISINMA
GLOBAL WARMING IN THE CONTEXT OF WOMEN'S HEALTH

Arş. Gör. Mihriban ULUCAN

Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik bölümü,

Orcid Id: 0000-0001-5462-2209

Doç. Dr. Özlem DOĞAN YÜKSEKOL

Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik bölümü,

Orcid Id: 0000-0002-1761-1479

ÖZET

Küresel iklim, beş bileşenden oluşan (atmosfer, hidrosfer, buz küre, litosfer ve biyosfer) bu bileşenler arasındaki etkileşimleri içeren oldukça karmaşık bir sistemdir ve kısaca iklim sistemi olarak adlandırılmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte, fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve yoğun tarımsal faaliyetler gibi insanlar tarafından yapılan etkinlikler hız kazanmıştır. İnsanların neden olduğu bu antropojenik etkinlikler; atmosfere salınan metan, ozon, karbonmonoksit ve karbondioksit gibi doğal sera gazlarının miktarını önemli ölçüde arttırmıştır. Bu derlemenin amacı iklim değişikliğinden kaynaklanan küresel ısınmanın kadın sağlığına etkilerini incelemektir. Küresel anlamda iklim değişikliği mücadelesinde ilk ve en önemli adım 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile atılmıştır. Dünya'da gerekli önlemler alınmaz ve sıcaklık artışı 1,5°C'de sabitlenemezse, 2100 yılına kadar yaklaşık 3°C artış öngörülmektedir. İklim değişikliğinin sağlık üzerine doğrudan ya da dolaylı etkileri bulunmaktadır. Doğrudan etkiler; sıcaklık ekstremeleri, sıcak/soğuk hava dalgaları, kasırgalar, fırtınalar, seller ve yangınlar; dolaylı etkiler ise; vektörel hastalıklar, enfeksiyonlar, salgın hastalıklar, su ve gıda kaynaklı hastalıklar, hava kirliliği ve solunum yolu hastalıkları, stratosferik ozon azalması ve UV Radyasyonu, allerjik hastalıklar ve sahra tozudur. Kadınlar, menstruasyon, gebelik ve doğum sonrası dönemde artan beslenme ihtiyaçları nedeniyle iklim değişikliği kaynaklı gıda yetersizliğine/güvensizliğine karşı hassastır. Hamilelik ve yenidoğan dönemleri, termoregülasyon yeteneğini azaltan fizyolojik ve anatomik değişiklikler ile karakterizedir. Hamile kadınlar, bozulmuş termoregülasyon ve homeostaz yetenekleri nedeniyle, hamile olmayan kadınlara göre ısı stresine daha yatkındır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Küresel ısınma, Kadın sağlığı.

ABSTRACT

Global climate is a highly complex system consisting of five components (atmosphere, hydrosphere, ice sphere, lithosphere and biosphere) and the interactions between these components, and is briefly called the climate system. With the industrial revolution, activities carried out by humans such as fossil fuel use, deforestation and intensive agricultural activities have accelerated. These anthropogenic activities caused by humans; It has significantly increased the amount of natural greenhouse gases such as methane, ozone, carbon monoxide and carbon dioxide released into the atmosphere. The aim of this review is to examine the effects of global warming caused by climate change on women's health. The first and most important step in the fight against climate change on a global scale was taken in 1992 with the United Nations Framework Convention on Climate Change. If the necessary precautions are not taken in the world and the temperature increase cannot be stabilized at 1.5°C, an increase of approximately 3°C is predicted by 2100. Climate change has direct or indirect effects on health. Direct effects; temperature extremes, heat/cold waves, hurricanes, storms, floods and fires; indirect effects are; vector diseases, infections, epidemic diseases, water and food borne diseases,

air pollution and respiratory diseases, stratospheric ozone depletion and UV Radiation, allergic diseases and field dust. Women are vulnerable to climate change-induced food insecurity/insecurity due to increased nutritional needs during menstruation, pregnancy and the postpartum period. Pregnancy and neonatal periods are characterized by physiological and anatomical changes that reduce the ability to thermoregulate. Pregnant women are more prone to heat stress than non-pregnant women due to impaired thermoregulation and homeostasis abilities.

Keywords: Climate change, Global warming, Women's health.

1. Giriş

Küresel iklim, beş bileşenden oluşan (atmosfer, hidrosfer, buz küre, litosfer ve biyosfer) bu bileşenler arasındaki etkileşimleri içeren oldukça karmaşık bir sistemdir ve kısaca iklim sistemi olarak adlandırılmaktadır (Türkeş, 2019). Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar süresince yaşanan veya gözlenen bütün hava şartlarının ortalama durumuna iklim denir (MGM, 2020). İklim, mevsimlere, yıllara ya da uzun yıllar boyunca kaydedilen verilerin uzun vadeli bölgesel ve hatta küresel yağış, nem ve sıcaklık modellerini ifade eder (NASA, 2020a). Sanayi devrimiyle birlikte, fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve yoğun tarımsal faaliyetler gibi insanlar tarafından yapılan etkinlikler hız kazanmıştır. İnsanların neden olduğu bu antropojenik etkinlikler; atmosfere salınan metan, ozon, karbonmonoksit ve karbondioksit gibi doğal sera gazlarının miktarını önemli ölçüde arttırmıştır. Atmosferdeki sera gazlarının emisyonlarında meydana gelen bu artışlar, dünyanın tarihler boyunca dengesini koruyan ve canlı yaşamının devamı için faydalı bir işlev gören doğal sera etkisini bozmuş ve atmosferin ısınmasına neden olmuştur (NASA, 2020b). İklim değişikliğinin küresel düzeydeki etkileri; atmosfer ve iklim, buzullar, kar ve buz, deniz sistemleri, karasal ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik, su, tarım, ekonomi ve insan sağlığı gibi farklı kategorilerde kendini göstermektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin insanlar üzerindeki en yıkıcı etkileri, sıkça ve şiddetli şekillerde yaşanmaya başlayan aşırı hava olayları sonucunda meydana gelmektedir (Grass, 2008). İklim yapısı doğal yolla ve insan eliyle değişmektedir. Değişim tek bir şehir, bölge, ülke ile sınırlı kalmamakta, sınırlararası şekilde ve sektörlerin tümünü etkileyen sonuçlara yol açmaktadır. Genel olarak etkilenen sektörler, tarım, hayvancılık, çevre, enerji, ulaşım, sağlık olarak sınıflandırılmaktadır.

Bu derlemenin amacı iklim değişikliğinden kaynaklanan küresel ısınmanın kadın sağlığına etkilerini incelemektir.

2. İklim Değişikliğinin Tarihsel Süreci

İklim değişikliği, I. Dünya İklim Konferansı'nda 1979 yılında görüşülmüş ve yaşadığımız süreçlere yönelik etkilerinden bahsedilerek gelecekte oluşturacağı tehdit öngörülleri irdelenmiştir. Küresel anlamda iklim değişikliği mücadelesinde ilk ve en önemli adım 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile atılmıştır (Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 2002). Sözleşmeye taraf ülkelere iklim değişikliğini olumsuz anlamda etkileyen sera gazı emisyon salınımı, tehlikeli insan davranışları gibi konularda ortak sorumluluklar yüklenmiştir. En kapsamlı ülke katılımıyla gerçekleştirilen Kyoto Protokolü (189 ülke), 1997 yılında imzalanmış, 2005 yılında yürürlüğe girmiş ve 2008- 2012 yılları arasında sera gazı emisyonlarının 1990 yıllarına göre %5 azaltılması amaçlanmıştır. Türkiye Kyoto Protokolü'nü 2008 yılında imzalamıştır (Talu, 2019). 2020 yılı sonunda süresi dolan Kyoto Protokolü'nün yerini Paris Anlaşması alacaktır. Anlaşma 2016 yılında imzalanmış, aynı yıl içinde onaylamış 197 ülkenin iklim değişikliğiyle ilgili iklim değişikliğine uyum, iklim değişikliği etkilerinin azaltımı, finanmanı, iklim değişikliğinden kaynaklanan istenmeyen kayıp ve zararlar, iklim değişikliği kapasitesi ve geliştirilmesi, şeffaflık gibi konularda ortak mücadele edilmesi yönünden önemlidir (UNFCCC, 2016). Bu ve benzeri anlaşmalar ile ülkelerin iklim değişikliğini kabul ettikleri, iklim değişikliğine uyum ve azaltım çalışmalarının hızlandığı görülmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 1,5°C Küresel Isınma Özel Raporu'na göre, sanayi öncesi döneme göre artan 1°C'lik artış yerkürenin ısınmasına neden olmuştur ve artışın hız kesmemesi halinde küresel ısınma 2030-2052 yılları arasında 1,5°C'ye ulaşacaktır

(IPCC, 2018). Mevcut durumdaki 1°C'lik ısınmanın aşırı hava olayları, buzul erimeleri, yükselen deniz seviyeleri gibi değişimlerine her geçen gün şahit olduğumuz dönemde bu artışın hız kesmemesi halinde gezegenimizde çok daha kötü senaryolar yaşanması beklenmektedir. Küresel ısınma 1,5°C'de tutulabilirse, 2°C'lik ısınmanın bir çok iklim değişikliği etkileri önlenmiş olacaktır. Projeksiyonlara bakıldığında 2°C'lik küresel sıcaklık artışında oluşacak deniz seviyesindeki yükselmenin, 1,5°C'lik küresel sıcaklık artışındaki deniz seviyesi yükselmesinden 10 cm fazla olacağı; 2°C'lik küresel sıcaklık artışında mercan resiflerinin neredeyse tamamının yok olacağı 1,5°C'lik küresel sıcaklık artışında ise mercan resiflerinin %70-90 oranında azalacağı öngörülmektedir. Dünya'da gerekli önlemler alınmaz ve sıcaklık artışı 1,5°C'de sabitlenemezse, 2100 yılına kadar yaklaşık 3°C artış öngörülmektedir (IPCC, 2018). Bu durumun gerçekleşmesi halinde, biyolojik çeşitlilik azalacak, tarımsal üretim yapılamaz duruma gelecek, su ve gıda erişimi sorunu ortaya çıkacak akabinde salgın hastalıklar ve ölümler meydana gelecektir. Aşırı hava olayları yaşanacak ve afetler sonucu (özellikle hassas grupların etkileneceği) mal ve can kayıpları kaçınılmaz olacaktır (Evcı Kiraz, 2019).

3.Küresel Isınma ve Sağlığa Etkileri

İklim değişikliğinin sağlık üzerine doğrudan ya da dolaylı etkileri bulunmaktadır. Doğrudan etkiler; sıcaklık ekstremeleri, sıcak/soğuk hava dalgaları, kasırgalar, fırtınalar, seller ve yangınlar; dolaylı etkiler ise; vektörel hastalıklar, enfeksiyonlar, salgın hastalıklar, su ve gıda kaynaklı hastalıklar, hava kirliliği ve solunum yolu hastalıkları, stratosferik ozon azalması ve UV Radyasyonu, allerjik hastalıklar ve sahra tozudur. Doğrudan etkileri 2003 yılında Avrupa'da etkili olan; Alp dağlarındaki buzul tabakasının %10'unu eriten, ekinlerin kurumasına, orman yangınlarına ve on binlerce insanın ölümüne neden olan sıcak hava dalgası ve 2005 yılında Meksika Körfezi'nin ısınmasından güç alıp kıyı bölgelerini tahrip eden Katrina kasırgası ile ortaya çıkmıştır. Dolaylı etkileri ise vektörlerin coğrafi ve mevsimsel özelliklerinde değişimlere bağlı olarak sıtma, Dang ateşi, viral enfeksiyonlarda ve su ve gıda ile bulaşan hastalıklarda artış ile ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık artışına bağlı olarak polen mevsiminin uzaması da astım gibi allerjik hastalıkları tetiklemektedir (Nur ve Sümer, 2008). İklim değişikliğinin sağlığa etkileri önümüzdeki yıllarda pek çok popülasyonu etkileyecek ve milyarlarca insanı ve canlıyı bu riskle karşı karşıya bırakacaktır. İklim Değişikliği Risk Değerlendirmesi'ne göre, gelecekteki iyimser sosyoekonomik kalkınma senaryosuna rağmen, iklim değişikliğinin mortalite üzerinde olumsuz etkileri öngörülmektedir. Rapora göre, 2030 yılı için ishale bağlı 48 bin, sıtmaya bağlı 60 bin, sıcaklık artışı ve bu sıcaklık maruziyeti nedeniyle yaşlılarda ek 65 bin ölüm öngörülmektedir. 2030- 2050 yılları arasındaki 20 yıllık süreçte iklim değişikliği kaynaklı 250 bin ek ölüm tahmin edilmektedir (WHO, 2014).

Sıcak hava dalgaları, kalp-damar, beyin-damar ve solunumsal ölümleri tetiklemektedir (TKHHÖKP, 2010, Sağlık Bakanlığı, 2015, Evcı Kiraz, 2019). 2003 yılı Haziran ayında sıcak dalga sonucu yaklaşık 70.000 ölüm gerçekleşmiştir. 2071-2100 yılında sıcaklığın yaklaşık 3 °C derece artacağı ve buna bağlı olarak her yıl ekstra 86.000 ölüm olayı gerçekleşeceği öngörülmektedir. Amerika'da 22 yıllık data kullanılarak yapılan bir araştırmada 4780 kişi aşırı sıcaklıkların neden olduğu rahatsızlıklar nedeniyle, 1203 kişi ise hipotermiye bağlı olarak hayatını kaybetmiştir. Isı dalgalarına bağlı en yüksek ölüm oranları 65 yaş üstü insanlarda görülmektedir (Çelik vd., 2008, AÇA, 2019). İtalya'da 2003 yazında 65 yaş üstü olanlar sıcak günlerde daha yüksek solunum hastalığı riski ve % 34 daha yüksek ölüm riski yaşamışlardır (TKHHÖKP, 2010). İspanya'nın Katalonya Bölgesi'nde 1983-2006 yılları arasındaki sıcak günlerle, aynı döneme ait 503.389 ölüm arasındaki ilişki incelendiğinde, kalp-damar ve solunum hastalıkları, zihinsel ve sinir sistemi bozuklukları, enfeksiyon ve sindirim sistemi hastalıkları, şeker hastalığı ve intihar gibi bazı dış nedenlerin ilişkiyi arttırdığı gözlemlenmiştir (Evcı Kiraz, E. D., 2019). Sıcak ülkelerde ölümlerin mevsimsel dağılımı incelendiğinde, kış aylarında yaz aylarına göre daha fazla ölümler olduğu görülmüştür. ABD'de 1972-2002 yılları arasında her yıl yaklaşık 689 kişi olmak üzere toplam 16555 kişi düşük sıcaklıkların etkisiyle yaşamını yitirmiştir. Soğuk hava tansiyonu etkilemekte, buna bağlı olarak kan pıhtılaşması sonucu ölümler görülmektedir. 1991-2015 yılları arasında, özellikle Doğu Avrupa'da gerçekleşen, 1 milyon ölümden 28'inin aşırı soğuk nedeniyle olduğu belirlenmiştir (Çelik vd., 2008, TKHHÖKP, 2010, Sağlık Bakanlığı, 2015, Evcı Kiraz, E. D., 2019).

4. Küresel Isınmanın Kadın Sağlığına Etkileri

Kadınlar, menstruasyon, gebelik ve doğum sonrası dönemde artan beslenme ihtiyaçları nedeniyle iklim değişikliği kaynaklı gıda yetersizliğine/güvensizliğine karşı hassastır. İklim değişikliği aynı zamanda göçler nedeni ile erken yaşta yapılan evliliklere ve kadınlar arasında cinsiyete dayalı şiddet sorunu yaşanma sıklığında artışa da neden olur. Ayrıca doğal afetler sırasında sağlık tesislerinin hasar görmesi veya bazı hizmetlerin sürdürülememesi cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerine erişimi olumsuz yönde etkiler. Vektör kaynaklı hastalıklara gebelik sırasında maruz kalmak hem anne hem de fetüsün sağlığını bozabilir.

İklim değişikliği, cinsiyete dayalı şiddetin ciddi bir ağırlaştırıcısı olarak kabul edilmektedir. Dünyanın her yerinde, iklim değişikliğinin neden olduğu krizlerin, ister cinsel sağlık/üreme sağlığı, ister yerli topluluklara karşı ayrımcılık ile ilgili olarak, aile içi şiddeti kötüleştirdiği gösterilmiştir. Gelişmiş bir ülkede orman yangınları ve kuraklık gibi doğal afetler üzerine yapılan araştırmalar, doğal afetlerin kırsal bölgelerde aile içi şiddet riskini artırdığını ortaya koymuştur. Bunun nedenlerinden biri, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki artan etkisinden dolayı oluşan gelir kaybından kaynaklanan sosyal ve psikolojik baskıdır. İklim değişikliği etkileri mevcut cinsiyet eşitsizliklerini daha da kötüleştirir ve çoğu zaman kadınlar için daha olumsuz etkiler doğurur. Afetler sırasında ve sonrasında kadınlar tecavüz, cinsel sömürü ve saldırı da dahil olmak üzere daha fazla cinsel şiddet ve cinsiyete dayalı şiddet riski altındadır. Şiddet, insan haklarını ihlal etmenin yanı sıra, fiziksel ve zihinsel sağlığı zayıflatan, kadınların liderlik ve karar alma rollerini engelleyen, üretkenliği azaltan ve ekonomiyi etkileyen bir durumdur (Dündar & Özsoy, 2020).

İklim değişikliği, çeşitli mekanizmalar yoluyla anne ve perinatal sağlığı etkiler. Hamilelik ve yenidoğan dönemleri, termoregülasyon yeteneğini azaltan fizyolojik ve anatomik değişiklikler ile karakterizedir (Chersich ve ark, 2020). Hamile kadınlar, bozulmuş termoregülasyon ve homeostaz yetenekleri nedeniyle, hamile olmayan kadınlara göre ısı stresine daha yatkındır. (Lin ve ark, 2017). 27 ülkede 70 çalışmanın yakın tarihli bir meta-analizi, yüksek sıcaklığın erken doğum, düşük doğum ağırlığı ve ölü doğum üzerindeki etkisini incelemiş ön bilgi raporunda, sıcak hava dalgası olmayan günlere kıyasla sıcak hava dalgası günlerinde %16 daha yüksek erken doğum riski olduğunu göstermiştir (Chersich ve ark,2020). Hamilelerde iç ısı üretimini fetal ve plasenta metabolizması artan vücut kütlesiyle ortaya çıkan fiziksel zorlanmalarla artmaktadır (Chersich ve ark, 2020). Uzun süreli ısıya maruz kalma, ısı stresine yol açar ve endotel disfonksiyonlarını teşvik eden ve kan viskozitesini artıran enflamatuvar ve oksidatif stres tepkilerini tetikler (Puppel ve ark, 2015). Isı dağılımı için artan artan periferik kan akımıyla birleşen bu tepkiler uterusu giden kan akımının azalmasına ve fetüse oksijen ve besin ulaşmasında kesintiye neden olmaktadır (Shashar ve ark, 2020). Fazla ısı maruziyeti antidiüretik hormon ve oksitosinin de uterusu giden kan akımını azaltıcı fonksiyonunu da tetiklemektedir (Gök, & Ertem, 2022). Amerika'da yapılan bir vaka kontrol çalışmasında Ulusal Doğum Defektlerini Önleme Çalışması'nda yer alan 5848 konjenital kalp defekti olan ve 5742 majör yapısal defekti olmayan bebek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, gebelik sırasında ilkbahar ve yaz aylarında karşılaşılan aşırı sıcak hava dalgalarının süresi ve sıklığı ile fetüste konjenital kalp hastalığı görülme sıklığının artabileceği belirtilmiştir. Gebe hayvanlarla yapılan çalışmaya göre, çekirdek vücut sıcaklığı arttıkça hem serum ADH hem de serum oksitosin düzeyi artmakta ve uterusu giden kan akımı azalmaktadır. Ayrıca ısı kaynaklı ADH ve oksitosin salgısı utero-plasental perfüzyon üzerinde etkiye sahiptir (Gök, & Ertem, 2022).

Kaynaklar

AÇA (2019). <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2015/gorusme/iklim-degisikligi-ve-insan-sagligi/download.pdf> (16.03.2024)

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu. (2002). İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi, 33.

Chersich, M. F., Pham, M. D., Areal, A., Haghghi, M. M., Manyuchi, A., Swift, C. P., ... & Hajat, S. (2020). Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. *bmj*, 371.

- Çelik, S., Bacanlı, H., Görgeç, H. (2008). “Küresel İklim Değişikliği ve İnsan Sağlığına Etkileri”. Ankara.
- Dündar, T., & Özsoy, S. (2020). İklim değişikliğinin kadın üreme sağlığına etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 29(3), 190-198.
- Evcı Kiraz, E. D. (2019). İklim Değişikliğinin İnsan Sağlığına Etkileri. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü , İklimin Projesi, Modüller Serisi 14, 59.
- Gök, E., & Ertem, G. (2022). Değişen İklim ve Hamilelik. II.Uluslararası Sağlık Ve İklim Değişikliği Kongresi, *Tam Metinler Kitabı*.
- Grass, D. S. (2008). Assessing the impacts of air pollution and extreme weather on human health in the urban environment. Columbia University.
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5 °C —. IPCC. 10 Eylül 2020 tarihinde <https://www.ipcc.ch/sr15/> adresinden erişildi.
- Lin, Y., et al (2017). Association between temperature and maternal stress during pregnancy. *Environ Res.* 158:421–430. doi: 10.1016/j. envres.2017.06.034.
- MGM. (2020). İklim - Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 20 Ekim 2020 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx?key=B> adresinden erişildi.
- NASA. (2020a). Sorular (SSS) | Gerçekler - İklim Değişikliği: Gezegenin Hayati İşaretleri. 4 Ağustos 2020 tarihinde <https://climate.nasa.gov/faq/> adresinden erişildi.
- NASA. (2020b). Global Version Change | Resources - Climate Change: Vital Signs of the Planet. 3 Temmuz 2020 tarihinde <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/> adresinden erişildi.
- Nur, N., & Sümer, H. (2008). The Impacts of Urbanization, Global Warming and Climate Change on the Health. *Erciyes tıp dergisi= Erciyes Medical Journal*, 30(4), 302.
- Puppel, K., Kapusta, A., Kuczynska, B (2015). The etiology of oxidative stress in the various species of animals, a review. *J Sci Food Agric.* 95(11):2179–2184. doi: 10.1002/jsfa.7015.
- Talu, N. (2019). Avrupa Birliği İklim Politikaları. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- TKHHÖKP (2010). “Türkiye Kronik Hava Yolu Hastalıklarını Önleme ve Kontrol Programı, Türkiye'nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım”. ISBN: 978-975-590-342-2, Sağlık Ba- kanlığı, No:811, Ankara
- Türkeş, M. (2019). BİLİMSEL. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü , İklimin Projesi, Modüller Serisi 1.
- UNFCCC. (2016). Paris Agreement - Status of Ratification | UNFCCC. 21 Ekim 2020 tarihinde <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification> adresinden erişildi.
- WHO. (2014). Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. <http://www.who.int/globalchange/publications/quantitative-risk-assessment/en/> adresinden erişildi.
- Sağlık Bakanlığı (2015). “Ülkemizde İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkilerinin Azaltılması Ulusal Programı ve Eylem Planı”

**ÇOCUK SAĞLIĞINDA EBEVEYNLERİN TAMAMLAYICI VE ALTERNATİF
TEDAVİLERİ KULLANIMINA ETKİ EDEN PSİKOSOSYAL FAKTÖRLER**
**PSYCHOSOCIAL FACTORS AFFECTING PARENTS' USE OF COMPLEMENTARY AND
ALTERNATIVE TREATMENTS IN CHILD HEALTH**

Gamze YÜKSEKOL

Mikail ABDİOĞLU

Bartın Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Psikoloji Bölümü, Öğrenci

Mihriban ULUCAN

Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü, Araştırma Görevlisi

ORCID ID: 0000-0001-5462-2209

ÖZET

Alternatif tıp konvansiyonel tıbbın yerine kullanılan uygulamaları ve ürünleri, tamamlayıcı tıp ise konvansiyonel tıba ek olarak kullanılan uygulama ve ürünleri içermektedir. Tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarının kökeni Eski Çin ve Ayurvedik tıbbına dayanmaktadır. Eski çağlarda geleneksel iyileştiriciler ve şamanların görev yaptığı toplumlarda, bitkisel tedavilerin kullanımı tıbbın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu derlemenin amacı çocuk sağlığında ebeveynlerin tamamlayıcı ve alternatif tedavileri kullanımına etki eden psikososyal faktörleri incelemektir. Bu terapiler uzun yıllardır sağlık hizmetlerinin bir parçası olmuştur. Dünyada giderek yaygınlaşan uygulamalar ve literatürdeki bilgi eksikliği nedeniyle Amerika Birleşik Devleti hükümeti, 1993 yılında Ulusal Sağlık Enstitüleri bünyesinde kurulan Alternatif Tıp Ofisi'nin yetkilerini 1998 yılında genişleterek 'Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Ulusal Merkezi (NCCIH)' adı ile yeniden şekillendirmiştir. Çocuklarda TAT kullanımının artması nedeniyle çocuklar açısından bu yöntemlerin yarar ve zararlarının dikkatle incelenmesi son derece önem taşımaktadır. TAT'lar içerisinde kullanılan tüm ürünler ve uygulamalar tıbbi ilaçlar gibi insan sağlığını etkilemektedir. Pediatrişlerin TAT uygulamalarına yönelik tutumlarının incelendiği çalışmalarda; klinisyenlerin TAT'a karşı "kararsız" veya "nötr" bir tutum sergilediği, az bir kısmının da olumsuz bir tutuma sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ebeveynler, Çocuk sağlığı, Tamamlayıcı tedavi.

ABSTRACT

Alternative medicine includes practices and products used instead of conventional medicine, and complementary medicine includes practices and products used in addition to conventional medicine. The origins of complementary and alternative medicine practices date back to Ancient Chinese and Ayurvedic medicine. In societies where traditional healers and shamans worked in ancient times, the use of herbal treatments appears as a part of medicine. The aim of this review is to examine the psychosocial factors that affect parents' use of complementary and alternative treatments in child health. These therapies have been a part of healthcare for many years. Due to the increasingly widespread practices in the world and the lack of information in the literature, the United States government expanded the powers of the Alternative Medicine Office, which was established within the National Institutes of Health in 1993, and reshaped it under the name 'National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCIH)' in 1998. Due to the increasing use of CAM in children, it is extremely important to carefully examine the benefits and harms of these methods for children. All products and practices used in CAM affect human health, like medical drugs. In studies examining pediatricians' attitudes towards CAM practices; It was revealed that clinicians had an "ambivalent" or "neutral" attitude towards CAM, and a small number of them had a negative attitude.

Keywords: Parents, Child health, Complementary therapy.

1. Giriş

Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler (TAT) terimleri insanların medikal tıbbı ek olarak veya medikal tıbbın yerine kullandıkları uygulamaları ifade etmektedir (Straus, 2004). Alternatif tıp ile tamamlayıcı tıp arasındaki fark şudur; Alternatif tıp konvansiyonel tıbbın yerine kullanılan uygulamaları ve ürünleri, tamamlayıcı tıp ise konvansiyonel tıbbı ek olarak kullanılan uygulama ve ürünleri içermektedir (NCCAM, 2018; Uğurlu, Üstü, Dağcıoğlu, 2016). Yirminci yüzyılın ortalarından başlayarak, hastalıkların tanı ve tedavilerinde gözlenen hızlı gelişmeler tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin kullanımında artışı da beraberinde getirmiştir.

Tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarının kökeni Eski Çin ve Ayurvedik tıbbına dayanmaktadır. Eski çağlarda geleneksel iyileştiriciler ve şamanların görev yaptığı toplumlarda, bitkisel tedavilerin kullanımı tıbbın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler yetişkinler tarafından geniş ölçüde kullanılmaktadır (Muslu & Öztürk, 2008). Tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamaları ise genellikle kanıtlanmamış varsayımlara dayanmakta veya ülkemizde olduğu gibi bir takım inanışları temel almaktadır. Bu yöntemler, yan etkileri nedeniyle hem doğrudan zararlı olabilmekte, hem de etkisiz olmaları veya tıbbi tedavinin gecikmesine yol açabilmeleri nedeniyle dolaylı yoldan zarar verebilmektedir (Tuncel ve ark., 2014). Çocuklarda yapılan çalışmalar daha sınırlı olmakla birlikte, TAT kullanımının her yaşta sık olduğu ve kronik hastalıklarda bu sıklığın arttığı bilinmektedir (Gottschling et al., 2013).

Alternatif tıbbın çok yaygın olarak kullanılmasını etkileyen pek çok etmen bulunmaktadır. Dünyada pek çok yerde alternatif tıp ürünlerine ulaşmak çok daha kolay olabilmektedir. Ayrıca toplumun inançları da alternatif tıbbın etkili olduğu yönündedir. Bunun nedenleri arasında halkın genellikle bilimsel bilgileri anlama düzeyinin düşüklüğü, bilime karşıt olmaları, karşılanamayan sağlık gereksinimi, alternatif tıbbı inanma isteği, sosyokültürel özellikler, davranışlar ve tutumlar ve önyargılar yer almaktadır (McCann, & Newell, 2006; Harrington, Rosen, Garnecho, & Patrick, 2006; Özcebe, & Sevcen, 2009).

Yetişkinlerde tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin kullanımına ilişkin yeterli veri olmasına rağmen, bu tedavilerin çocuklarda kullanımına ilişkin bilgiler daha sınırlıdır ve yapılan çalışmalar arasında farklılıklar vardır. Pek çok araştırmacı çocukları tedavi etmek için tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin ne sıklıkla kullanıldığını saptamayı amaçlamıştır. Bu çalışmaların çoğu kronik hastalığı ya da yetersizliği olan çocuklar üzerine odaklanmıştır. Bu nedenle bu derlemenin amacı çocuk sağlığında ebeveynlerin tamamlayıcı ve alternatif tedavileri kullanımına etki eden psikososyal faktörleri incelemektir.

2. Tamamlayıcı ve Alternatif Tedavilerin Kapsamı

Ulusal Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Merkezi'nin (NCCIH) yaptığı tanıma göre alternatif ve tamamlayıcı tıp; konvansiyonel tıpta kullanılan bilimsel tedavilerden farklı olarak, eğitilmiş kişilerce uygulanan farklı uygulama ve ürünleri kapsamaktadır. Dünya genelinde uygulanan ve en çok bilinen geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları şu şekilde sıralanabilir: Akupunktur, Aleksander Tekniği, Antropofizik Tıp, Toksinlerden Arındırıcı Diyetler (Detox), Aromaterapi, Ayurveda, Bio-feedback, Bitkisel Tıp, Biyoenerji, Biyo-kimya, Hidroterapi, Hipnoz, Hirudoterapi, Homeopati, Kaplıca Tedavisi, Kayropratik, Kupa Tedavisi (Hacamat), Makrobiyotik, Masaj, Müzik Tedavisi, Natüropati, Negatif İyon Tedavisi, Ozon Tedavisi, Osteopati, Örüntü Tedavisi, Piramit Tedavisi, Psionik, Radyestezi, Radyonik, Refleksoloji, Reiki, Renk Tedavisi, Rolf Metodu, Tai Chi, Sesle Tedavi, Shiatsu, Şifacılık, Yoga/Meditasyon egzersizleri en bilinen örneklerdir (Arpacı, 2021). Ancak Sağlık Bakanlığı, bu uygulamalardan sadece on beşine Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği'nde yer vermiştir. Anılan on beş uygulama ise şunlardır: Akupunktur, Apiterapi, Fitoterapi, Hipnoz, Sülük Uygulaması Homeopati, Kayropratik, Kupa Uygulaması (Hacamat), Larva Uygulaması, Mezoterapi, Proloterapi, Osteopati, Ozon Terapi, Refleksoloji, Müzik Terapi (Sağlık Bakanlığı, 2014).

Tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin genel olarak kullanım amaçları;

- Tedaviye destek olmak,
- Yaşam kalitesini geliştirmek,
- İlaçların yan etkilerini azaltmak,
- İmmün sistemi güçlendirmek,
- Hastalık sürecini geriletirerek potansiyel bir kür sağlamak,
- Hastalığın yeniden oluşmasını önlemek,
- Kanseri önlemek,
- Kendini iyi hissetmek,
- Konvansiyonel tedavi yerine kullanmak,
- Ağrıyı azaltmak,
- Stres ve anksiyeteyi azaltmak,
- Uykuyu sağlamak,
- Fiziksel ve psikolojik destek sağlamak ve
- Hatta kaliteli ölümü sağlamaktır (Yeter, 2012).

ABD Tıp Enstitüsü' nün Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp başlıklı raporunda 126 farklı TAT uygulamasından bahsedilmiştir (IOM, 2005). Yayınlanan raporda el falı da dahil olmak üzere ozon tedavisi gibi pek çok farklı uygulama ve yöntem yer almaktadır (IOM, 2005).

Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Ulusal Merkezi (NCCIH) tamamlayıcı ve alternatif tedavileri beş başlık altında toplamaktadır (Tablo 1) (Koithan, 2009).

Tablo 1. ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü' ne Göre Tamamlayıcı ve Alternatif Tedaviler

Biyolojiye Dayalı Tedaviler	<ul style="list-style-type: none">• Vitamin• Mineral• Diyetler• Probiyotikler vb.
Zihin- Beden Tıbbı	<ul style="list-style-type: none">• Hipnoz• Biyofeedback• Dans, Yoga• Spiritüel iyileşme vb.
Manipülatif ve Bedene Dayalı Yöntemler	<ul style="list-style-type: none">• Masaj• Refleksoloji• Hidroterapi vb.
Enerji Terapileri	<ul style="list-style-type: none">• Biyoalan (Teröpotik dokunma, Reiki)• Biyoelektromagnetikler
Alternatif Tıp Sistemleri	<ul style="list-style-type: none">• Geleneksel Çin Tıbbı• Akupunktur vb.

(Koithan, 2009; Muslu, & Öztürk, 2008)

Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler bu beş yaklaşımdaki öğeleri kullanmaktadır. Tamamlayıcı terapiler alanı, yeni terapiler tanımlandıkça sürekli değişmektedir. Bunların bir kısmı diğer bakım sistemlerinden gelmektedir veya yerli kültürlerde kullanılmaktadır.

Bu terapiler uzun yıllardır sağlık hizmetlerinin bir parçası olmuştur. NCCIH listeleri aktif dinleme, biofeedback ve ışık terapisi gibi tamamlayıcı tedavilerin bir kısmını içermemektedir. Bununla birlikte, bunlar sağlık personelleri tarafından sıklıkla kullanılan tedavilerdir. Bu tedaviler arasından en sık kullanılanı ise doğal ürünlerin olduğu belirtilmiştir. Küresel olarak, insanlar ekonomik nedenlerden, savaşlardan, kuraklıktan veya politik faktörlerden dolayı göç ettikçe, sağlık profesyonelleri diğer ülkelerde kullanılan kültüre özgü sağlık uygulamalarını giderek öğrenmektedirler. Bu uygulamalar şamanlar, şifacılar, aile üyeleri veya hasta tarafından yapılabilmektedir (Lindquist, Tracy, & Snyder, 2018).

3. Tamamlayıcı ve Alternatif Tedavilerin Tarihçesi

Tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarının kökeni, Eski Çin ve Ayurvedik tıbbına dayanmaktadır. Eski çağlarda geleneksel iyileştiriciler ve şamanların görev yaptığı toplumlarda, bitkisel tedavilerin kullanımı tıbbın bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Homeopati, osteopati, şiropraktör gibi uygulamalar ise 19. yüzyılda gelişme kaydetmiştir (Ceyhan, & Yiğit, 2016).

Şamanlar, Eski Yunanlar, Romalılar ve Mısırlılar kötü ruh kovmak, insanı sakinleştirmek, insana güç vermek, insanları ikna etmek amacıyla çeşitli ritimlerde müziği kullanmışlardır. Mısır'lular müziği kadınlarda fertilizasyonu stimüle etmek için kullanmışlardır (Akyıldız, 2016).

Dünyada giderek yaygınlaşan uygulamalar ve literatürdeki bilgi eksikliği nedeniyle Amerika Birleşik Devleti hükümeti, 1993 yılında Ulusal Sağlık Enstitüleri bünyesinde kurulan Alternatif Tıp Ofisi'nin yetkilerini 1998 yılında genişleterek 'Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Ulusal Merkezi (NCCIH)' adı ile yeniden şekillendirmiştir. Bu merkezin amacı; tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarının güvenilirlik ve etkinliğini incelemek, etkinliği bilimsel olarak kanıtlanmış uygulamaların geleneksel tedavilere katılımını sağlamak olarak belirtilmiştir (Ceyhan, & Yiğit, 2016).

4. Çocuk Sağlığında Tamamlayıcı ve Alternatif Tedavilerin Kullanımı

Çocuklar üzerinde TAT kullanımına ilişkin veriler çalışmanın yapıldığı ülke, katılımcıların etnik kökenine ve farklı TAT tanımlarına göre %1,8 ile %70 arasında değişmektedir. Çocuklar için en yaygın kullanılan türler besin takviyeleri (vitaminler ve mineraller), homeopati ve bitkisel ilaçlardır. Kronik hastalığa sahip çocuklarda TSY kullanım oranları epilepside %44, orak hücre anemisinde %54, talasemide %82,5, diyabette %59,6, onkoloji hastalarında %51,6, dikkat eksikliği ve hiperaktivitede %67,6, fiziksel bozukluklarda %15, diğer özel bakım gereksinimi olan durumlarda %64 ve astımda %25 olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Çocuklarda TAT kullanımının artması nedeniyle çocuklar açısından bu yöntemlerin yarar ve zararlarının dikkatle incelenmesi son derece önem taşımaktadır. TAT'lar içerisinde kullanılan tüm ürünler ve uygulamalar tıbbi ilaçlar gibi insan sağlığını etkilemektedir. Bu nedenle tıbbi bir ilacın etkinlik ve güvenilirliğinde kullanılan tüm kriter ve ölçütler tamamlayıcı tedavilerde de kesinlikle olması gerekmektedir (Cırık, & Efe, 2017).

Literatürde yapılan çalışmalarda pediatriklerin %18 ile %80'inin hastaları ile TAT'ları tartıştıkları, birçoğunun herhangi bir ürünü hastalarına tavsiye ettikleri ve %95'e varan oranlarda hastalarını TAT uygulamalarına yönlendirdikleri ortaya çıkmıştır (Lorenc, Blair, & Robinson, 2010). Pediatriklerin TAT uygulamalarına yönelik tutumlarının incelendiği çalışmalarda; klinisyenlerin TAT'a karşı "kararsız" veya "nötr" bir tutum sergilediği, az bir kısmının da olumsuz bir tutuma sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Flannery, Love, Pearce, Luan, & Elder, 2006; Lorenc, Blair, & Robinson, 2010). Çocuklar için TAT kullanmayı seçmek, geleneksel bakımdan çok daha dinamik, sürekli ve bireysel bir karardır. Buna rağmen bu konuyu araştıran yayınlanmış literatür sınırlıdır (Gad, Al-Faris, Al-Rowais, & Al-Rukban, 2013). Çalışmalar genel olarak hastaların TCA konusunda uygulayıcılara göre daha olumlu tutumlara ve daha büyük beklentilere sahip olduğunu bulmuştur (Lorenc, Blair, & Robinson, 2010).

Birçok tamamlayıcı sağlık ürünlerinin veya yaklaşımlarının çocuklar üzerindeki etkinliği ve güvenilirliği test edilmemiştir. Bu yöntemlerin çocuklarda yetişkinlere oranla yan etkilerinin hemen ve daha fazla ortaya çıkması üzerinde özenle durulması gereken bir konudur (Cırık, & Efe, 2017). Landier ve Tse hipnoz, hayal etme gibi yöntemlerin pediatri onkoloji servisinde ağrı ve anksiyetenin azaltılmasında farmakolojik tedaviler kadar yararlı olduğunu belirtmişlerdir (Landier, & Alice, 2010). Yapılan çalışmalarda, masaj terapinin preterm bebeklerde trans-epidermal sıvı kaybını önlediği,

bilirubin seviyesini azalttığı ve kilo alımını artırdığı saptanmıştır (Nangia, Paul, Deorari, Sreenivas, Agarwal, & Chawla, 2015; Basiri-Moghadam, Basiri-Moghadam, Kianmehr, & Jani, 2015).

Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler kronik hastalığa sahip ve özel bakım gereksinimi olan çocuklarda daha fazla kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde özel bakım gerektiren çocuk hastalarda bu yöntemlerin kullanım oranı %64, serebral palsili çocuklarda %56, kanserli çocuklarda %46-%84 arasında olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, astımlı çocuklarda TAT kullanım oranının %25, adolesanlarda ise %80-89 arasında olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalarda, kanser tanısı alan çocukların ebeveynleri, TAT en fazla çocuklarının prognozu kötüleştiğinde kullandıklarını belirtmişlerdir (Muslu, & Öztürk, 2008).

5. Ebeveynlerin Çocuk Sağlığında Tamamlayıcı ve Alternatif Tedavileri Kullanımına Etki Eden Psikososyal Faktörler

Çocukların ilaç ve TAT kullanımını ebeveynler tarafından kontrol edilmektedir. Ebeveynler, özellikle ciddi hastalıkları olan çocuklarının sağlık düzeylerini yükseltmek istedikleri için bu tür tedavilere sıklıkla başvurabilmektedir. Çocuklar için TAT kullanmayı seçmek, geleneksel bakımdan çok daha dinamik, sürekli ve bireysel bir karardır. Buna rağmen bu konuyu araştıran yayınlanmış literatür eksikliği mevcuttur (Gad, Al-Faris, Al-Rowais, & Al-Rukban, 2013).

Bülbül ve ark. 477 ebeveyn ile yapmış oldukları çalışmada, ebeveynlere doğal/ bitkisel ürünü sıklıkla diğer annelerin (%31.1), arkadaşların (%21.9) ve doktorların (%6.5) önerdiğini bildirmişlerdir. Gözüm ve ark. hastaların bu yöntemleri en fazla komşularından (%52.3), en az da sağlık personelinin (%13.6) öğrendiklerini belirtmişlerdir. Güvenilir olmayan kaynaklardan alınan bilgilerle kullanılan bu yöntemler çoğu zaman insan sağlığına zarar verebilmektedir.

Kadınlar TAT kullanıcılarının en büyük yüzdesini oluşturmakla beraber pek çok kadın çocuklarına da bitkisel ilaçlar uygulamaktadır. Yapılan çalışmalarda da annelerin babalardan daha çok oranda TAT'lara başvurduğu ve çocuk sağlığında kullandığı saptanmıştır (Gad, Al-Faris, Al-Rowais, & Al-Rukban, 2013; Gentil, Robles, & Grosseman, 2010).

Yapılan araştırmalar, dini inançların aileleri TAT kullanımına teşvik eden önemli faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Müslüman toplumlarda Kur'an'ı doğrudan hasta çocuklara (%26,1) veya onların kullandığı suya (%11,2) okumanın sıklıkla kullanıldığı belirlenmiştir. İnanç ve dini inanışların hastalıkla başa çıkmayı iyileştirdiği ve hastalık sırasında rahatlık sağladığı düşünülmektedir (Qidwai, Tabassum, Hanif, & Khan, 2009).

Yapılan çalışmalarda tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin kullanımının anne ve babaların yaş ve öğrenim durumu gibi çeşitli sosyodemografik değişkenlerle ilişkili olduğu ortaya çıkarmıştır (Özcebe, & Sevensan, 2009). Ekonomik durumlarını orta ve yüksek seviyede olduğunu bildiren ailelerin çocuğu için sıklıkla TAT kullandığını bildirmiştir (Akçay, & Yıldırım, 2017).

Ailelerin TAT uygulamalarının doğal olmaları nedeniyle güvenli tedavi yöntemleri olması inancına sahip olması TAT kullanım sıklığını arttırmaktadır. Ancak bu durum TAT uygulamalarının yan etkilerinin sıklıkla göz ardı edilmesine neden olmaktadır. ağılık profeyonelleri, TAT yöntemleri- nin etkinliği, dozajları, yan etkileri, toksisiteleri ve potansiyel ilaç etkileşimlerinden haberdar olmalıdır. Sağlık profeyonelleri, ebeveynlere rutin olarak TAT kullanımını sormalı ve kullanım nedenlerini ile beklenen sonuçlarını tartışmalıdır.

Aileler çocukları için TAT kullanma tercihleri arasında, tıbbi yöntemlere ek olarak fayda elde etme, çocuğunun bu yöntemleri daha kolay kabullenmesi ve tıbbi tedavilerin yan etkilerinin daha çok olma nedenlerini yer almaktadır. Ayrıca tıbbi tedavilerin yan etkilerinden korkma, umutsuzluk, tinsel boyutunun olması, kolay kabul görmesi, girişim gerektirmemesi, kolayca erişilebilmesi ve ebeveynin güvenilir olduğunu düşünmesi nedenleri ile aileler TAT uygulamalarını kullanmaktadırlar (Akçay, & Yıldırım, 2017).

Kaynaklar

Akçay, D., & Yıldırım, A. (2017). Çocuklarda tamamlayıcı ve alternatif tedavi kullanımı ve ebeveyn bilgilerinin değerlendirilmesi. *Çocuk Dergisi*, 17(4), 174-181.

- Basiri-Moghadam, M., Basiri-Moghadam, K., Kianmehr, M., & Jani, S. (2015). The effect of massage on neonatal jaundice in stable preterm newborn infants: a randomized controlled trial. *J Pak Med Assoc*, 65(6), 602-6.
- Cırık, V., & Efe, E. (2017). Pediatri hemşireliğinde tamamlayıcı sağlık yaklaşımlarının önemi. *Journal of Education & Research in Nursing/Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(2).
- CIRIK, V., & EFE, E. (2017). Pediatri hemşireliğinde tamamlayıcı sağlık yaklaşımlarının önemi. *Journal of Education & Research in Nursing/Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 14(2).
- Flannery, M. A., Love, M. M., Pearce, K. A., Luan, J., & Elder, W. G. (2006). Communication about complementary and alternative medicine: perspectives of primary care clinicians. *Alternative Therapies in Health & Medicine*, 12(1).
- Gad, A., Al-Faris, E., Al-Rowais, N., & Al-Rukban, M. (2013). Use of complementary and alternative medicine for children: a parents' perspective. *Complementary therapies in medicine*, 21(5), 496-500.
- Gad, A., Al-Faris, E., Al-Rowais, N., & Al-Rukban, M. (2013). Use of complementary and alternative medicine for children: a parents' perspective. *Complementary therapies in medicine*, 21(5), 496-500.
- Gentil, L. B., Robles, A. C. C., & Grosseman, S. (2010). Use of complementary therapies by mothers in their children: study at an university hospital. *Ciência & Saúde Coletiva*, 15, 1293.
- Gottschling, S., Gronwald, B., Schmitt, S., Schmitt, C., Längler, A., Leidig, E., ... & Graf, N. (2013). Use of complementary and alternative medicine in healthy children and children with chronic medical conditions in Germany. *Complementary Therapies in Medicine*, 21, S61-S69.
- Harrington, J. W., Rosen, L., Garnecho, A. N. A., & Patrick, P. A. (2006). Parental perceptions and use of complementary and alternative medicine practices for children with autistic spectrum disorders in private practice. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 27(2), S156-S161
- Landier, W., & Alice, M. T. (2010). Use of complementary and alternative medical interventions for the management of procedure-related pain, anxiety, and distress in pediatric oncology: an integrative review. *Journal of pediatric nursing*, 25(6), 566-579.
- Lorenc, A., Blair, M., & Robinson, N. (2010). Parents' and practitioners' differing perspectives on traditional and complementary health approaches (TCAs) for children. *European Journal of Integrative Medicine*, 2(1), 9-14.
- McCann, L. J., & Newell, S. J. (2006). Survey of paediatric complementary and alternative medicine use in health and chronic illness. *Archives of disease in childhood*, 91(2), 173-174.
- Muslu, G. K., & Öztürk, C. (2008). Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler ve çocuklarda kullanımı. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51(1), 62-7.
- Muslu, G. K., & Öztürk, C. (2008). Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler ve çocuklarda kullanımı. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 51(1), 62-7.
- Nangia, S., Paul, V. K., Deorari, A. K., Sreenivas, V., Agarwal, R., & Chawla, D. (2015). Topical oil application and trans-epidermal water loss in preterm very low birth weight infants—a randomized trial. *Journal of tropical pediatrics*, 61(6), 414-420.
- Özcebe, H., & Sevcençan, F. (2009). Çocuklarda tamamlayıcı ve alternatif tıbbi konu alan araştırmaların değerlendirilmesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 52(4), 183-194.
- Qidwai, W., Tabassum, R., Hanif, R., & Khan, F. H. (2009). Belief in prayers and its role in healing among family practice patients visiting a teaching hospital in Karachi, Pakistan. *Pak J Med Sci*, 25(2), 182-9.
- Tuncel, T., Şen, V., Kelekçi, S., Karabel, M., Şahin, C., Uluca, Ü., ... & Haspolat, Y. K. (2014). Kronik hastalığı olmayan çocuklarda tamamlayıcı ve alternatif tıp kullanımı. *Türk Pediatri Arşivi*, 49(2), 148-153.

VEB TƏHLÜKƏSİZLİKDƏ HÜCUMLARIN TƏHLİLİ VƏ İŞLƏNMƏ PROSESİ

Nuriyeva Validə

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID: 0000-0002-7966-3688

Əhmədova Nərmin

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID: 0000-0003-3410-1910

İslamova Dinarə

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID:0000-0003-2158-4511

XÜLASƏ

Müasir dövrdə İnformasiya Kommunikasiya Texnologiyaları sahəsində baş verən yeniliklər və inkişaf tendensiyalarının sürəti ilə yanaşı, qlobal informasiya mühitinin problemlərinin mövcudluğu da internet saytların təhlükəsizliyi məsələlərinin daimi gündəmdə olmasını zəruri edir. Qeyd etdiyimiz və etmədiyimiz bir çox səbəblərə görə günümüzdə internet saytların təhlükəsizliyi prioritet məsələlərdən biri hesab edilir.

Hazırda standart təhlükəsizlik divarları firewall və patch management təcrübələri ilə şəbəkə təhlükəsizliyi çox etibarlı bir hal almışdır. Hər zaman bir addım öndə olmağı hədəf seçən hakerlər isə, veb səhifələrinin özünə, yəni kod və məlumat bazası istiqamətinə yönəlmişdirlər. Bu gün, keçirilən hər beş hücumun dördü veb saytları hədəf almaqdadır.

Veb-saytların dizaynı və tərtibatı ilkin strategiyadan, planlaşdırmadan başlayaraq tərtibata və saytın idarə olunmasına qədər geniş bir tsikli əhatə edir. Veb-saytlar üçün ən aktual və vacib məsələ onların təhlükəsizlik qaydalarıdır: Təhlükəsizlik risklərinin təyin edilməsi və dəyərləndirilməsi, kompleks baxış, təhlükəsiz proqramlaşdırma kodu, audit, autentifikasiya və xəbərdarlıq və s.

Məqalədə veb sistemlərinə hücum növləri olan saytlarası skript kimi tanınan XSS (Cross Site Scripting) hücumları, Saytlar arası sorğu saxtakarlığı olan CSRF (Cross-Site Request Forgery) hücumları və Server tərəfi sorğu saxtakarlığı olan SSRF (Server Side Request Forgery) hücumları haqqında geniş məlumat verilir. Belə ki, SSRF (Server Side Request Forgery) zəiflikləri üçün gizli hücum səthinin tapılması, CSRF (Cross-Site Request Forgery) hücumları, qarşısının alınması və tokenləri, XSS XSS (Cross Site Scripting) zəifliklərinin təsiri və XSS (Cross Site Scripting) hücumundan müdafiə məsələlərinə baxılmışdır. Həmçinin bu hücumların növləri, müəyyən edilməsi və aradan qaldırılması yolları araşdırılmış və müdafiə üçün təkliflər edilmişdir.

Açar sözlər. CSRF, SSRF , XSS, hücum.

ABSTRACT

In modern times, along with the speed of innovations and development trends in the field of Information Communication Technologies, the existence of problems of the global information environment makes it necessary to keep the security issues of Internet sites on the constant agenda. For many reasons, which we have mentioned and which we have not, the security of websites is considered one of the priority issues today.

Nowadays, network security has become very reliable with standard firewall and patch management practices. Hackers, who always aim to be one step ahead, target the web pages themselves, that is, the code and database. Today, four out of five attacks target websites.

Website design and development covers a wide cycle from initial strategy and planning to design and site management. The most relevant and important issue for websites is their security policies: Identifying and assessing security risks, comprehensive review, secure programming code, auditing, authentication and warning, etc.

The article provides extensive information on types of attacks against web systems, including XSS attacks known as cross-site scripting, Cross-Site Request Forgery CSRF attacks, and Server-Side Request Forgery SSRF attacks. Thus, the hidden attack surface for SSRF vulnerabilities, CSRF attacks, prevention and tokens, the impact of XSS vulnerabilities, and protection against XSS attacks are discussed. Also, the types of these attacks, how to identify and eliminate them, and suggestions for defense were made.

Key words. CSRF, SSRF, XSS, scripting.

**BULUD TEXNOLOGİYALARININ İDARƏETMƏ SEKTORLARINDA TƏTBİQİNİN
ÜSTÜNLÜKLƏRİ VƏ PROBLEMLƏRİ**

**ADVANTAGES AND CHALLENGES OF USING CLOUD TECHNOLOGIES IN
MANAGEMENT AREAS**

Səbinə İmdad qızı Əliyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının laborantı

ORCID: 0009-0001-6776-9776

Aysu Habil qızı Süleymanova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının laborantı

ORCID : 0009-0008-5390-0084

Xülasə

Müasir informasiya cəmiyyətində bulud texnologiyaları müxtəlif fəaliyyət sahələrində, o cümlədən idarəetmədə getdikcə daha çox tələb olunur. Bulud texnologiyaları məlumat və proqramların uzaq serverlərdə saxlandığı və bulud xidməti təminatçıları tərəfindən idarə olunduğu İnternet üzərindən hesablama resurslarına çıxışı təmin edən vasitədir. Onların idarəetmə proseslərində tətbiqi əməliyyatların səmərəliliyini, çevikliyini və miqyasını artırmağı təmin edir. İdarəetmə sahələrində bulud texnologiyalarından istifadənin aktuallığı dəyişən bazar şərtlərinə, məlumatların həcmünün artmasına və onların emalına olan tələblərə tez uyğunlaşma ehtiyacı, həmçinin İT infrastrukturunu üçün xərcləri optimallaşdırmaq tələbi ilə ortaya çıxır. Bu problemi həll etmək üçün müəssisənin ehtiyaclarını təhlil etmək, uyğun bulud həllərini seçmək və onların uğurlu inteqrasiyasını əhatə edən hərtərəfli yanaşma tələb olunur. Bulud texnologiyaları İnternet üzərindən tələb olunan hesablama resurslarına (o cümlədən emal gücü, məlumatların saxlanması və proqramlar) çıxışı təmin etmək məqsədi daşıyır. Bulud texnologiyalarının mahiyyəti çevik, genişlənən və yüksək əlçatan İT infrastruktur həllini təmin etməkdir. Bulud texnologiyasının çağırışlarına məlumatların və proqramların mövcudluğunun təmin edilməsi, resursların idarə edilməsi, informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və yüksək performansın təmin edilməsi daxildir. Təqdim olunan məqalədə idarəetmə sahələrində bulud texnologiyalarından istifadənin üstünlükləri və problemləri təhlil olunmuşdur. Bulud texnologiyaları müasir müəssisələr üçün, o cümlədən idarəetmə sahələrində böyük potensialı təmin edir. Lakin bu potensialı uğurla reallaşdırmaq üçün bulud texnologiyalarından istifadənin həm faydalarını, həm də çətinliklərini nəzərə almaq lazımdır. Müəssisələr öz ehtiyaclarını diqqətlə təhlil etməli, etibarlı bulud xidməti təminatçıları seçməli, məlumatların təhlükəsizliyi və məxfiliyinə nəzarət etməlidir. Bu, idarəetmə sahələrində bulud texnologiyalarının istifadəsində səmərəlilik və təhlükəsizlik arasında optimal tarazlığa nail olmağın yeganə yoludur.

Açar sözlər: Bulud texnologiyaları, İT infrastruktur, bulud xidməti, hesablama resursları

ABSTRACT

In the modern information society, cloud technologies are increasingly in demand in various fields of activity, including management. Cloud technologies are a means of providing access to computing resources over the Internet, where data and applications are stored on remote servers and managed by cloud service providers. Their use in management processes increases the efficiency, flexibility and scale of operations. The relevance of using cloud technologies in the field of management is due to the need to quickly adapt to changing market conditions, an increase in the volume of data and requirements for their processing, as well as the need to optimize costs for IT infrastructure. Solving

this problem requires a comprehensive approach, including analysis of the enterprise's needs, selection of suitable cloud solutions and their successful integration. The goal of cloud computing is to provide access to needed computing resources (including processing power, data storage, and applications) over the Internet. The essence of cloud technologies is to provide a flexible, scalable and highly available IT infrastructure solution. The challenges of cloud technologies include ensuring the availability of data and applications, managing resources, ensuring information security, and ensuring high performance. This article analyzes the advantages and problems of using cloud technologies in management areas. Cloud technologies provide great potential to modern enterprises, including management ones. However, to successfully realize this potential, it is necessary to consider both the benefits and challenges of using cloud technologies. Enterprises must carefully analyze their needs, choose reliable cloud service providers, and ensure data security and privacy. This is the only way to achieve the optimal balance between efficiency and security when using cloud technologies in management areas.

Key words: Cloud technologies, IT infrastructure, cloud service, computing resources.

ENERJİNİN TOPLANIB SAXLANILMASINDA SƏMƏRƏLİLİYİN ARTIRILMASI
INCREASING EFFICIENCY IN ENERGY COLLECTION AND STORAGE

Elsevər Sadəddin oğlu Cəfərli

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID: 0009-0003-7745-0931

XÜLASƏ

Qeyri-ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə zamanı, bütün üstünlüklərinə baxmayaraq, enerjinin istehsalı zamanı yaranan çatışmazlıqları, onların aradan qaldırılması yaxud minimuma endirilməsi məsələlərini də nəzərə almaq lazım gəlir. Belə ki, ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerjinin tələbatçılara ötürülməsi prosesində demək olar ki, heç bir fasilə verilmir. Bu səbəbdən stansiyalar fəaliyyətini dayandırmır. Yəni enerji tələbatdan asılı olaraq lazım olan intervalda istehsal olunur. Nəzərə alsaq ki, alternativ enerji mənbələrindən istifadə zamanı bu imkanlar çox da özünü doğrultmur. Ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerji qalıq yanacaqların yandırılması hesabına baş versə də, qeyri-ənənəvi enerji resurslarından istifadə təbiətdən, iqlimdən, fəsillərdən, günün saatlarından və s. asılı olaraq dəyişir. Bu səbəblə daimi olaraq enerji ilə təchizatı təmin etmək üçün, istehsal olunan enerjinin toplanıb saxlanılmasını həyata keçirmək lazım gəlir. Bu məqalədə məqsəd, enerjinin toplanıb saxlanılmasını batareyalara alternativ olaraq daha az itki və xərc ilə həyata keçirmək, bu yolda səmərəliliyin artırılma üsullarını aşkara çıxarmaq və tətbiqini qiymətləndirməkdən ibarətdir. İnkişaf etmiş ölkələrin enerji infrastrukturunun əsasını və gələcəyimizin enerji təminatını təşkil edən alternativ enerji mənbələri və qurğularının istismarının yaxşılaşdırılması və qabaqcıl problemlərindən biri olan enerjinin toplanıb saxlanılması məsələləri məqaləmizdə xüsusi diqqət edilən obyektidir.

Açar sözlər: bərpa olunan enerji mənbələri, ənənəvi enerji resursları, enerji səmərəliliyi, hidroakkumulyatorlar.

ABSTRACT

During the use of non-traditional energy sources, despite all their advantages, it is necessary to take into account the shortcomings that arise during the production of energy, their elimination or minimization. Thus, during the use of traditional energy resources, there is almost no interruption in the process of transferring the produced energy to consumers. For this reason, the stations do not stop working. That is, energy is produced in the necessary interval depending on the demand. Considering that these opportunities are not justified when using alternative energy sources. Although the energy produced during the use of conventional energy resources is due to the burning of fossil fuels, the use of non-conventional energy resources depends on nature, climate, seasons, hours of the day, etc. varies depending. For this reason, in order to provide constant energy supply, it is necessary to collect and store the produced energy. The purpose of this article is to implement energy collection and storage as an alternative to batteries with less loss and cost, to discover methods of increasing efficiency in this way and to evaluate their application. Improving the operation of alternative energy sources and facilities, which form the basis of the energy infrastructure of developed countries and the energy supply of our future, and the issues of energy collection and storage, which are one of the leading problems, are the object of special attention in our article.

Keywords: Keywords: renewable energy sources, traditional energy resources, energy efficiency, hydroaccumulators..

SMART SİSTEMLƏRDƏ KİBERTƏHLÜKƏSİZLİK: PROBLEMLƏR VƏ ÇAĞIRIŞLAR

Aidə Mübariz qızı Mustafayeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrası

ORCID: 0000-0003-0801-5605

Zəmfira Əhməd qızı Əliyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrası

ORCID:0000-0002-5833-0075

Günəl Səfər qızı Baxşiyeva

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrası

ORCID:0000-0002-2122-7859

Səadət Rəfayıl qızı Aslanova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İnformasiya Texnologiyaları kafedrası

ORCID:0000-0002-5280-6941

Xülasə

Rəqəmsallaşmanın həyatın bütün fəaliyyət sahələrinə nüfuz etdiyi müasir dünyada smart sistemlərdə kibertəhlükəsizlik məsələlərinin aktuallığı durmadan artır. Əşyaların İnterneti (IoT), avtonom nəqliyyat vasitələri, tibbi cihazlar, ağıllı şəhərlər və s. kimi ağıllı sistemlər insanların gündəlik həyatında və təşkilatların fəaliyyətində getdikcə əhəmiyyətli rol oynayır. Bununla belə, bu texnologiyaya qoşulan cihazların sayı və toplanan məlumatların həcmi artdıqca kiberhücum təhlükəsi də artır. Real vaxt rejimində işləyən və kritik infrastrukturlarla qarşılıqlı əlaqədə olan ağıllı sistemlər hakerlər, kibercinayətkarlar və hətta dövlət qurumları üçün maraq obyektinə çevrilir. SMART sistemlərdə kibertəhlükəsizlik problemlərinə proqram təminatının zəiflikləri, məlumatların qorunmasındakı zəifliklər, cihazlara fiziki giriş imkanı və sistemə giriş əldə etmək üçün istifadəçilərin manipulyasiyasına yönəlmiş sosial mühəndislik daxildir. Ağıllı sistemlər üçün kibertəhlükəsizlik çağırışları qabaqcıl şifrələmə və autentifikasiya üsullarının işlənilib hazırlanması, təhlükəsizlik standartlarının yaradılması, istifadəçi məlumatlılığının artırılması və təhdidlərə proaktiv şəkildə monitorinq və cavab verməyi əhatə edən kompleks yanaşma tələb edir. SMART sistemlərində kibertəhlükəsizlik problemlərini həll etmək üçün texniki, təşkilati və maarifləndirici tədbirləri özündə birləşdirən inteqrasiya olunmuş yanaşmadan istifadə etmək lazımdır. Bura güclü şifrələmə alqoritmlərinin işlənilib hazırlanması, onların tətbiqi, autentifikasiya üsullarının təkmilləşdirilməsi, proqram təminatının müntəzəm yenilənməsinin təmin edilməsi, istifadəçilərin və işçilərin kibertəhlükəsizlik mövzusunda maarifləndirilməsi, istehsalçılar, dövlət qurumları, həmçinin akademik dairələr arasında əməkdaşlığın artırılması daxildir. SMART sistemlərdə düzgün həyata keçirilən kibertəhlükəsizlik tədbirləri kiberhücum riskini azaldacaq, şəxsi məlumatların mühafizəsini, infrastrukturun və eyni zamanda istifadəçilərin təhlükəsizliyini təmin edəcək. Bu, müasir rəqəmsal dünyada onların davamlılığını və etibarlılığını təmin edərək, SMART texnologiyalarının təhlükəsiz inkişafına zəmin yaradacaq. Çoxsəviyyəli təhlükəsizlik arxitekturasının prinsipi kibertəhlükəsizlik problemlərinin həllinə kompleks yanaşmaya imkan verir. Beləliklə, smart sistemlərdə kibertəhlükəsizlik informasiya təhlükəsizliyinin ən aktual və mühüm problemlərindən biri olaraq qalır, idarəetmə sektorlarının davamlı diqqət və inkişafını tələb edir.

Açar sözlər: SMART sistem, şifrələmə, autentifikasiya, əşyaların interneti

In today's digitally permeated world, where smart systems are ubiquitous, the importance of cybersecurity is continually on the rise.. Intelligent systems, including the Internet of Things (IoT), autonomous vehicles, medical devices, and smart cities, are playing an increasingly vital role in people's daily lives and organizational activities. However, as the number of devices connected to this technology and the volume of collected data increase, so does the threat of cyber attacks. Smart systems that operate in real-time and interact with critical infrastructures are becoming an object of interest for hackers, cybercriminals and even government agencies. Cybersecurity challenges in SMART systems include software vulnerabilities, data protection weaknesses, physical access to devices, and social engineering aimed at manipulating users to gain access to the system. Cybersecurity challenges for smart systems require a comprehensive approach that includes developing advanced encryption and authentication methods, establishing security standards, increasing user awareness, and proactively monitoring and responding to threats. In order to solve cyber security problems in SMART systems, it is necessary to use an integrated approach that includes technical, organizational and educational measures. This includes developing strong encryption algorithms, implementing them, improving authentication methods, ensuring regular software updates, educating users and employees about cybersecurity, and increasing cooperation between manufacturers, government agencies, and academia. Correctly implemented cyber security measures in SMART systems will reduce the risk of cyber attacks, ensure the protection of personal data, the safety of the infrastructure and users at the same time. This will lay the groundwork for the safe development of SMART technologies, ensuring their sustainability and reliability in today's digital world. The principle of multi-level security architecture allows for a comprehensive approach to solving cyber security problems. Thus, cyber security in smart systems remains one of the most urgent and important problems of information security, requiring continuous attention and development of management sectors.

Keywords: SMART system, encryption, authentication, Internet of things

SÜNI İNTELLEKTƏ ƏSASLANAN KİBER RİSKLƏRİN VƏ TƏHLÜKƏSİZLİYİN İDARƏ EDİLMƏSİ

Muradzadə Elvin

Mingəçevir Dövlət Universiteti Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID:0000-0002-3679-9833

Xülasə

Kibertəhlükəsizliyi təmin etmək üçün süni intellekt(Sİ) və maşın öyrənməsindən istifadə hələ erkən mərhələdə olsa da, firmalar və strukturlar təhlükəsizlik sistemlərini və tətbiqlərini qorumaq üçün Sİ və maşın öyrənməsini əhatə edən özünümüdafiə vasitələrini inkişaf etdirmək üçün çox çalışırlar. Bundan əlavə, kibercinayətkarlar yeni zəiflikləri aşkar etmək, öz imkanlarını və alətlərini daim təkmilləşdirmək və Sİ-dən kənar məqsədlərə nail olmaq üçün avtonom Sİ alqoritmlərindən istifadə etməyə başladılar. Beləliklə, hücum edilə bilən və ya təhlükəsizlik divarlarını avtomatik olaraq skanlamaq və ya söndürməklə hansı metodlardan sui-istifadə edilə biləcəyini bildirə bilən avtonom güc artımları çox çətin bir riskdir. Öz növbəsində, dinamik İT, aralıq riskləri və ölçümləri avtomatik olaraq müəyyənləşdirərək və məruz qalma imkanları və dərəcəsi barədə məlumat verərək risklərin idarə edilməsi ilə daha səmərəli şəkildə tamamlanan təhlükəsizlik və qoruma xidmətlərinin göstərilməsində mühüm rol oynaya bilər. Nəticədə, Sİ ilə risklərin idarə edilməsi daha aktiv ola bilər, Sİ ilə əlaqəli risklər də daha mürəkkəb hala gəldi. Bu, Sİ-nin kibertəhlükəsizlik və kibertəhlükəsizlikdəki rolunun öyrənilməsi və bu sahədəki risklərin Sİ ilə idarə oluna biləcəyinə dair ədəbiyyat və Sənaye hesabatlarının öyrənilməsi ilə əlaqədardır. Tədqiqat texniki cəhətdən Sİ ilə əlaqəli risk və təhlükələrin nə qədər ciddi olduğunu və təşkilatın təhlükəsizliyini və Sİ ilə əlaqəli artan təhdidlərə qarşı risk meylini yaxşılaşdırmağa necə kömək edə biləcəyini göstərir.

Açar sözlər: süni intellekt, risklərin idarə edilməsi, İT riskləri, risklərin avtomatlaşdırılması, kibertəhlükəsizlik

Abstract

While arming AI and machine learning for cybersecurity is still in its early stages, large-scale firms and organizations continuously develop autonomous defense capabilities that include AI and machine learning to protect their security systems and applications. In addition, intelligent cyber attackers have started to use independent AI algorithms, continuously developing their capabilities due to the advantages of automatically uncovering new security vulnerabilities for achieving their illegal goals. For this reason, attack tools that learn by themselves, automatically scan vulnerabilities, discover proper techniques to exploit and disable firewalls and attack directly have become very sophisticated. On the other hand, AI can play a critical role in risk management and providing more effective and agile service by automatically detecting risks and control vulnerabilities in the dynamic IT environment and reporting their probability and impact degrees. Therefore, while risk management can become more effective with AI, the risks exposed through AI have also become more sophisticated. This study investigates from literature and sectoral reports the role of AI in cybercrime and cybersecurity and the manageability of risks in the cyber area through AI algorithms. The study explores how serious the AI-based dangers and threats are and how they can help improve an organization's security posture and risk appetite against AI-powered advanced persistent threats (APT). Keywords: artificial intelligence, risk management, IT risks, risk automation, smart MIS.

Keywords: artificial intelligence, risk management, it risks, risk automation, cybersecurity

**RİYAZİYYATIN TƏDRİSİNDƏ STEM – RİYAZİ MODELLEŞDİRMƏNİN
PROBLEM HƏLLİ VƏ MODELLEŞDİRMƏ BACARIQLARINA TƏSİRİ
STEM IN MATHEMATICS TEACHING – MATHEMATICAL MODELING
IMPACT ON PROBLEM SOLVING AND MODELING SKILLS**

Aynurə Binnətova

Bakı Slavyan Universiteti Riyaziyyat və İnformatika kafedrasının baş müəllimi

Bəhman Məmmədov

Bakı Mühəndislik Universiteti Riyaziyyat və İnformatika kafedrasının baş müəllimi

Nərmin Mənsimova

Bakı Mühəndislik Universiteti Riyaziyyat və İnformatika kafedrası V kurs Bakı, Azərbaycan

XÜLASƏ

STEM (Elm, Texnologiya, Mühəndislik və Riyaziyyat) təhsili son illərdə həm dünyada, həm də ölkəmizdə intensiv tədqiqatların aparıldığı tədris üsuludur. Hələ tam konseptuallaşdırılmamış bu tədris üsulunun ölkəmizin təhsil sistemində necə inteqrasiya olunacağı ilə bağlı araşdırmalar həm ölkənin aparıcı sənaye təşkilatlarının, həm də Təhsil Nazirliyinin səyləri ilə davam etməkdədir. Bu araşdırmada tədqiqatçılar STEM-in riyaziyyat tədrisində istifadəsinə dair nümunə təqdim etmək üçün riyazi modelləşdirmənin yer aldığı tətbiqin iştirakçıların riyazi modelləşdirmə və problem həll etmə bacarıqlarına təsirlərini araşdırmışdılar. Tədqiqatda Pedaqoji fakültəni bitirmiş 22 müəllim namizədi iştirak etmişdir. Təhlillər nəticəsində birinci vəziyyətlə müqayisədə müəllim namizədlərinin həm riyazi modelləşdirmə səriştələrində, həm də problem həll etmə bacarıqlarında mühüm irəliləyiş müşahidə edilmişdir. Tədqiqatdan əldə edilən nəticələrə görə, STEM kontekstində riyazi modelləşdirmə və qeyri-müntəzəm problem həllinin tətbiqi tələbələrə nəzəri həllərdəki səhvləri görməyə, inteqrasiya olunmuş şəkildə düşünməyə, yerinə yetirməklə öyrənməyin nə demək olduğunu anlamağa kömək etdi.

Araşdırmalar göstərdi ki, riyazi modelləşdirmədən istifadə edən STEM tədrisi daha faydalı ola bilər.

Açar sözlər: STEM təhsili, riyazi modelləşdirmə, problem həlli, 21-ci əsr bacarıqları, müəllim təhsili.

ABSTRACT

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) education is a teaching method that has been intensively researched both in the world and in our country in recent years. Research on how to integrate this teaching method, which has not yet been fully conceptualized, into the education system of our country is ongoing with the efforts of both the country's leading industrial organizations and the Ministry of Education. In this study, researchers examined the effects of an application involving mathematical modeling on participants' mathematical modeling and problem-solving skills to provide an example of the use of STEM in mathematics education. 22 teacher candidates who graduated from the Faculty of Pedagogy participated in the study. As a result of the analysis, compared to the first situation, significant progress was observed in both mathematical modeling skills and problem solving skills of teacher candidates. According to the results of the study, the application of mathematical modeling and informal problem solving in the context of STEM helped students to see errors in theoretical solutions, to think in an integrated way, and to understand what it means to learn by doing.

Research has shown that STEM teaching that uses mathematical modeling can be more beneficial.

Keywords: STEM education, mathematical modeling, problem solving, 21st century skills, teacher education.

**CƏBRLƏ HƏNDƏSƏNİN İNTEQRASIYASI: CƏBRI İFADƏ, HƏNDƏSİ ŞƏKİL VƏ
HƏNDƏSİ YER ARASINDAKI ƏLAQƏLƏR, DÜZ XƏTT VƏ ŞÜA NÜMUNƏSİNDƏ**

**INTEGRATION OF ALGEBRA AND GEOMETRY: RELATIONSHIPS BETWEEN
ALGEBRAIC EXPRESSION, GEOMETRIC FIGURE, AND GEOMETRIC SPACE, IN THE
EXAMPLE OF A STRAIGHT LINE AND A RAY**

Aynurə BİNNƏTOVA

Bakı Slavyan Universiteti. Azərbaycan Riyaziyyat və İnformatika kafedrasının baş müəllimi

Bəhman MƏMMƏDOV

Bakı Mühəndislik Universiteti. Azərbaycan Riyaziyyat və İnformatika kafedrasının baş müəllimi

Şəfəq YAQUBOVA

Bakı Mühəndislik Universiteti. Azərbaycan Riyaziyyat və İnformatika kafedrası

XÜLASƏ

Bu tədqiqatın məqsədi; cəbrlə həndəsə arasındakı inteqrasiyanı inkişaf etdirmək, cəbri suallarla həndəsənin tətbiqini araşdırmaq, düz xətt parçası -şüa anlayışlarına əsaslanaraq, ibtidai sinif ibtidai məktəb riyaziyyat təhsili şagirdlərinin verilmiş cəbri ifadəyə uyğun olan həndəsi şəkil-yeri və verilmiş həndəsi şəkilə uyğun cəbri ifadəni tapmaqda uğur səviyyələrini müəyyən etməkdir. Tədqiqat “case study” metodundan istifadə etməklə aparılmışdır. Məlumatlar ibtidai siniflərin riyaziyyatın tədrisi kafedrasının 130 birinci kurs tələbəsi tərəfindən hazırlanmış beş açıq tipli sualla toplanmış və “doğru”, “yanlış” və “cavabsız” kodları əsasında təsviri təhlil edilmişdir. Tədqiqat nəticəsində iştirakçılar cəbri ifadələr çoxluqlarının həllini, həll çoxluqlarına uyğun simvolik təsvirləri və həll çoxluqlarının həndəsi şəklini/yerini tapmaqda problemlərlə üzləşsələr də, onlar cəbri ifadələri verilmiş çoxluqları və həndəsi formaları verilmiş cəbri ifadələri adlandırma bilmişlərdir. Onların əvvəlkindən daha uğurlu olduğu müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, araşdırılan tədqiqat baxımından iştirakçıların parça anlayışına nisbətən şüa anlayışında daha müvəffəqiyyətli olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: həndəsə, cəbri ifadələr, həndəsi fiqurlar, həndəsi yer, həndəsə və cəbr arasındakı əlaqə.

ABSTRACT

The purpose of this study; to develop the integration between algebra and geometry, to investigate the application of geometry with algebraic questions, to determine the success levels of elementary school mathematics education students in finding the geometric figure-location corresponding to the given algebraic expression and the algebraic expression corresponding to the given geometric figure, based on the concepts of line segment and ray. The research was conducted using the “case study” method. The data were collected by five open-ended questions prepared by 130 first-year students of the mathematics teaching department of elementary grades and descriptively analyzed based on the codes of “true”, “false” and “no answer”. As a result of the study, the participants were able to name sets given algebraic expressions and algebraic expressions given geometric forms, although participants had problems finding solutions to sets of algebraic expressions, symbolic representations corresponding to solution sets, and geometric shapes/locations of solution sets. They have been found to be more successful than before. In addition, from the point of view of the research, it was determined that the participants were more successful in the beam concept than in the fabric concept.

Keywords: geometry, algebraic expressions, geometric shapes, geometric location, connections between geometry and algebra.

GİRİŞ

Həndəsə, orta məktəb riyaziyyat təhsil proqramlarının əhəmiyyətli bir hissəsi olmasına baxmayaraq, beynəlxalq imtahan nəticələri nəzərə alındığında, istənilən səviyyədə nailiyyətin əldə edilmədiyi görülür. Həndəsənin təlim prosesində sosial həyat və yaşadığımız mühitlə yeterincə əlaqələndirilməməsi, istənilən səviyyədə nailiyyətin əldə edilməməsinin səbəblərindən biri olaraq göstərilə bilər. Bu səbəbdən, həndəsənin həndəsənin vizuallaşdırılmış halı olan şəkillərin effektiv istifadəsi önəmlidir. Həndəsə konseptlərinin mənasız öyrənilməsində əsas vasitələrdən biri, həndəsə problemlərinin təqdim olunduğu vizual elementlərin istifadəsidir. Həndəsi şəkillərə aid problemlərdə, vizual dəstəyin nailiyyətə müsbət təsir etməsi, anlamağa yönəlmiş zehni təsvirlərin vizual təsvirlərə çevrilməsi prosesinin önəmini ortaya qoyur. Həmçinin, şagirdlərin bacarıqlarının inkişafına müsbət təsir edə biləcəyi düşünülür. Bəzi şagirdlərin həndəsi bilgi və bacarıqlarını təsvirlərə çevirmədən, yəni heç bir izahat vermədən bir rəqəm dəyərində çatdıqları müşahidə olunmuşdur. Bu səbəblər arasında, məktəblərimizdə hər sinif səviyyəsində müvəqqəti olaraq tətbiq edilən çoxlu seçməli imtahanların, bilgi ifadəsini və ya arifmetika əməliyyat alışqanlıqlarına mərkəzləşən davranışlara gətirib çıxarmağı göstərilib. Görsəl imajlar istifadə edən bəzi şagirdlərin imajlarını kağız üzərində keçirməkdə problemlər yaşamaları və real həyatla əlaqələndirə bilməmələri səbəbi olaraq, zehni-vizual təsvirlər arasındakı əlaqənin qurulmaması və şagirdlərin bir-birini tamamlayan iki fənlə 'həndəsə-cəbr' arasında əlaqə qurma və keçid etməkdə çətinliklər yaşamaları göstərilə bilər.

Həndəsənin başqa sahələrlə bağlı tədrisi də ayrı bir bacarıq tələb edir. Bu əlaqələndirmə yetərliyi çərçivəsində "həndəsə anlayışlarının nə olduğunu bilmək" və "anlayışların nə üçün, niyə və necə elə olduğu" məlumatı çox vacibdir. Bundan əlavə, bu anlayışların təsirli bir şəkildə öyrədilmə prosesində bu, təkcə bir dil olaraq deyil, həm də problem həll etmə aləti və bir düşünmə aləti olaraq da çox fərqli funksiyalara sahib olan cəbrdə mühüm yer tutur. Bu baxımdan, Riyaziyyatın abstraksiya elmi olması cəbri ifadələrdə tam aydın görünür. Buna əsaslanaraq, həndəsə və riyaziyyatın digər prinsipləri arasında sıx əlaqə mövcudluğunu, riyazi dildə ifadə edilən situasiyaları təsvir edə bilmək üçün müxtəlif həndəsi bilik və bacarıqlar tələb olunduğunu demək olar. ETN-in də Riyaziyyat müəllimlərindən öz səlahiyyətləri çərçivəsində gözləntisi budur. Müəllimlərdən həndəsəni riyaziyyatın digər öyrənmə sahələri ilə müxtəlif üsullarla müqayisə etmələri xahiş olunur. Fənlər və gündəlik həyatla əlaqələr quraraq yüksək səviyyəli düşünmə bacarıqlardan istifadə tələb edən təlim mühitlərinin təşkilini gözləyir. Ona görə də müəllimlərin həndəsə ilə cəbrin əlaqəsini bilməsi vacibdir və ondan səmərəli istifadə etməyi bacarmalıdırlar. Müəllimlərdə bilik çatışmazlığı şagirdlərin öyrənməsinə mənfi təsir göstərir və müəllimlərin malik olmalı olduğu bilik və bacarıqlar, həndəsə və cəbrin əlaqəsinə dair müəllimlərin hazırlıq səviyyələrinin müəyyən edilməsi və təhsil-təlim fəaliyyətinin bu şəkildə təşkil vacibdir.

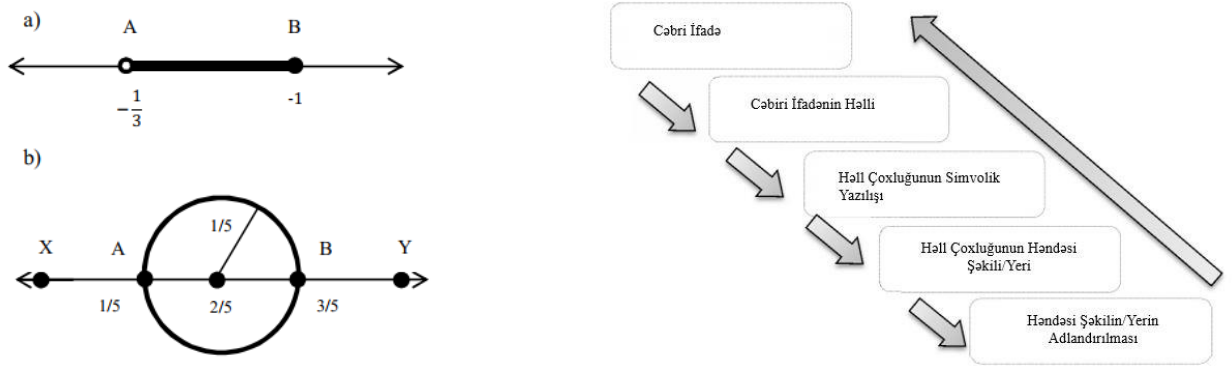
Müvafiq ədəbiyyat tədqiq edildikdə, müəllim namizədləri üçün həndəsə

mövzu ilə bağlı edilən araşdırmaların; van Hiele həndəsi düşüncə səviyyələri,

həndəsi anlayışlara münasibət, məkan qabiliyyətlərin yoxlanılması, həndəsi strukturlarla əlaqəli rəsm bacarıqları, həndəsi məlumatlara çıxış səviyyələri, həndəsə alt mövzuları ilə bağlı bilik səviyyələri, dinamik həndəsə proqram təminatı və kompüter dəstəkli kimi müxtəlif sahələrə yayıldığı görülür.

Bununla belə, həndəsəni başa düşməkdə cəbrin əlaqəsini başa düşmək üçün keyfiyyət perspektivini dərinləndirən heç bir dərin araşdırma tapılmadı. Bunun üçün öncəliklə bu iki sahə arasında keçidin hansı addımlar atılaraq yaranacağını ortaya qoyan bir quruluşun təyin edilməsi vacibdir. Bu mənada araşdırmanın əhəmiyyətli olduğu düşünülür.

Bu tədqiqatın məqsədi; Düz xətt parçası-şüa anlayışları əsasında birinci sinif şagirdlərinin verilmiş cəbri ifadəyə uyğun gələn həndəsi şəkil-yer və verilmiş həndəsi şəkil-yerə uyğun cəbri ifadəni tapmaqda onların uğur səviyyəsini müəyyən etməkdir. Bu məqsədlə araşdırma qrupu tərəfindən cəbr həndəsə əlaqəsi çərçivəsində; verilmiş cəbri ifadədən onun həndəsi şəklinin/yerinin adlandırılmasına qədər proses üçün dörd addımlı struktur yaradıldı. Bu struktur ədəbiyyat icmalı və cəbr və həndəsə sahəsində iki mütəxəssisin rəyi əsasında hazırlanmışdır. Uğur Şəkil 1-də təqdim olunan bu strukturdakı keçidlər vasitəsilə izah olunmağa çalışılmışdır.



Şəkil 1. Cəbri İfadə Həndəsi Şəkil/Yer Arasındakı Keçidləri. Göstərən Təmsili Struktur

Bu məqsədə uyğun olaraq;

1. Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarını tapmaqda uğur səviyyələri necədir?
2. Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarına müvafiq simvolik təsvirləri tapmaqda uğur səviyyəsi nədir?
3. Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerini tapmaqda uğurları hansı səviyyədədir?
4. Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerini adlandırmada uğur səviyyəsi necədir?
5. Şagirdlərin adı və forması verilən həndəsi quruluşun cəbri ifadələrini tapmaqda uğurları hansı səviyyədədir?

suallarına cavab axtarılıb.

TƏDQIQAT METODU

Tədqiqatda şagirdlərin cəbri ifadəsi - həndəsi forma - həndəsi məkan anlayışları arasındakı qarşılıqlı transformasiyalar etmək bacarığı

ətraflı araşdırılmağa çalışılmışdır. McMillanın bu məqsədlə apardığı araşdırma (2000), hadisənin dərinəndən araşdırılmasına imkan verən “case study” metodu əsasında hazırlanmışdır. Araşdırmada məlumatlar iştirakçıların imtahanlardakı bilik və düşüncələrini ətraflı şəkildə izah ediləcəyi düşüncəsi ilə 2013-2014 tədris ilində həndəsə kursunun aralıq və buraxılış imtahanları çərçivəsində toplanır.

Məlumatların toplanması prosesi zamanı kurikulum daxilində fənlərin bölüşdürülməsi göz önünə alınaraq sırası ilə aralıq imtahanında;

Sual 1. “ $|-5x + 2| \geq 1$ və $[|-2x + 1|] = 3$

çoxluqlarının həndəsi yerini çəkin nə mənaya gəldiyini tapın”

Və buraxılış imtahanlarında aşağıdakı iki sual verilmişdir.

Sual 2. Aşağıda həndəsi şəkillərlə həlləri verilən cəbri ifadələri yazın.

Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarını tapmaqda uğur səviyyələri necədir?
Şəklindəki Birinci Alt Problemlə Bağlı Nəticələr

Birinci alt problem çərçivəsində; tələbələrin verilən cəbri tənliklərin həlli çoxluqlarını ifadə etmək bacarığı tədqiq edilmişdir.

“Doğru” və ya “yanlış” və “cavabsız” kateqoriyalarına əsaslanaraq təhlil nəticəsində əldə edilən nəticələr Cədvəl 1-də təqdim olunur.

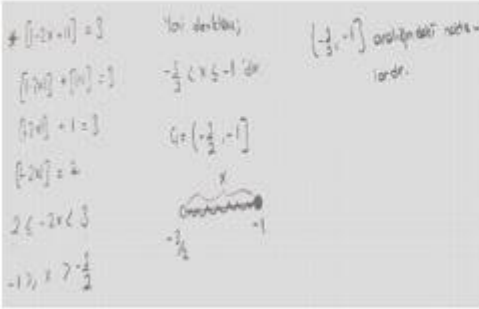

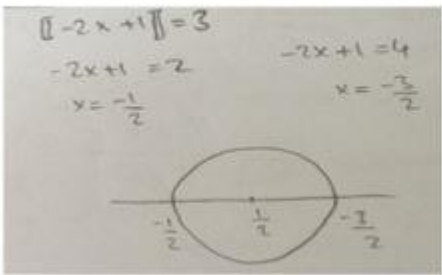
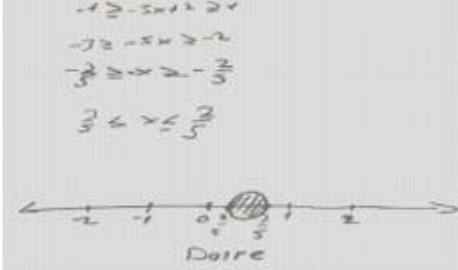
Cədvəl 1. Şagirdlərin cəbri tənliyin həll çoxluqlarını ifadə etməsi vəziyyətləri üçün faiz və tezlik dəyərləri

Geometrik şəkil	Temalar	f	%
Düz xətt parçası	Doğru	72	56
	Yanlış	51	40
	Cavabsız	5	4
	Toplam	128	100
Şüa	Doğru	100	78
	Yanlış	24	19
	Cavabsız	4	3
	Toplam	128	100

Cədvəl 1-də göstərildiyi kimi, həndəsi şəkli bir düz xətt parçası olan cəbri ifadənin həll çoxluğu tələbələrin 56%-i düzgün olub, 40%-i yanlış bildirib, 4%-i isə cavab verməyib. Həndəsi forması şüa olan cəbri ifadə üçün bu nisbətlər müvafiq olaraq 78% , 19% və 3% olaraq müəyyən edilmişdir.

Bu alt problemdə xətt və şüa üçün düzgün və yanlış cavab mövzuları üzrə nümunə iştirakçı cavabları Cədvəl 2-də təqdim olunur.

Cədvəl 2. Birinci alt problemlə bağlı nümunə iştirakçı cavabları

Düz Xətt Parçası üçün Ö-9 Kodlu Doğru Kateqoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-42 Kodlu Doğru Kateqoriyası Nümunəsi
 <p>Handwritten mathematical work for problem Ö-9. It shows several equations and solutions, including $[-2x+1]=3$, $[-2x+1]=2$, and $x = -\frac{1}{2}$. There are also some notes and a small diagram.</p>	 <p>Handwritten mathematical work for problem Ö-42. It shows a set of points $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}) \cup (\frac{2}{3}, \frac{1}{2}) \cup (\frac{2}{3}, \frac{1}{2}) \cap \mathbb{R} = (-\infty, \frac{1}{2}) \cup (\frac{2}{3}, +\infty)$.</p>
Düz Xətt Parçası üçün Ö-55 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-55 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi
 <p>Handwritten mathematical work for problem Ö-55. It shows two equations: $-2x+1=3$ and $-2x+1=4$, leading to $x = -\frac{1}{2}$ and $x = -\frac{3}{2}$. A circle is drawn on a coordinate system with center at $(-\frac{1}{2}, 0)$ and radius $\frac{1}{2}$.</p>	 <p>Handwritten mathematical work for problem Ö-55. It shows inequalities: $-1 \geq -5x+2 > 2$, $-7 \geq -5x > -2$, $-\frac{2}{5} \geq x > -\frac{2}{5}$, and $\frac{2}{5} \leq x \leq \frac{2}{5}$. A number line is shown with a shaded region between $-\frac{2}{5}$ and $\frac{2}{5}$, labeled "Daire".</p>

Düz Xətt Parçası üçün Ö-55 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi

Şüa üçün Ö-55 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi

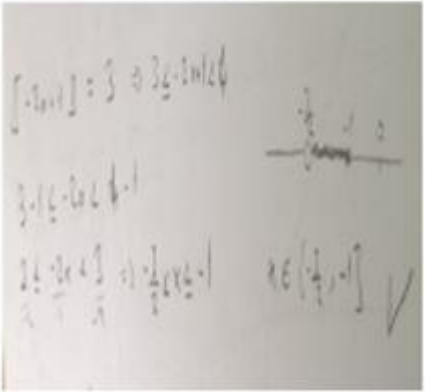
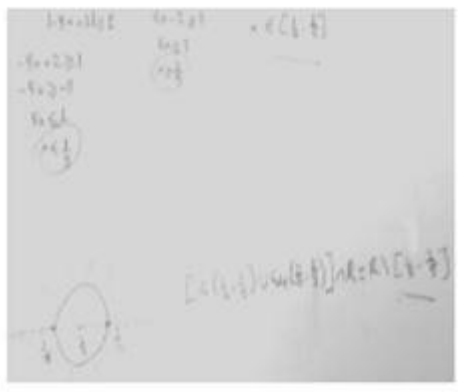
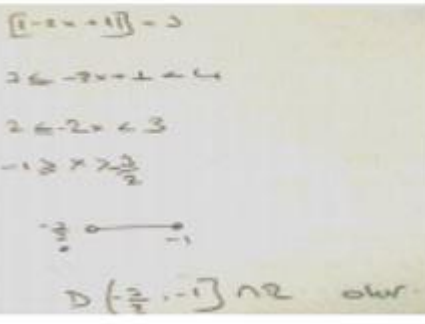
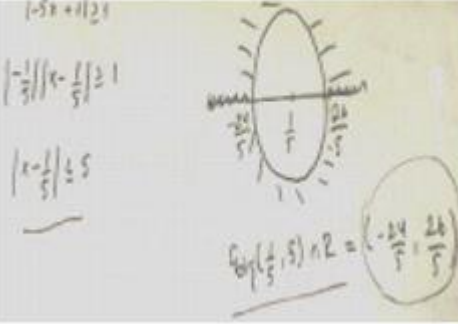
Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarına müvafiq simvolik təsvirləri tapmaqda uğur səviyyəsi nədir? Şəklindəki ikinci alt problemlə bağlı nəticələr

İkinci alt problem çərçivəsində; şagirdlərin verilmiş cəbri tənliklərin həll çoxluqlarına uyğun simvolik təsvirləri ifadə etmək halları araşdırılıb. Düzgün, yanlış etmə və cavab verməmə kateqoriyalar əsasında aparılan təhlil nəticəsində əldə edilən nəticələr Cədvəl 3-də göstərilmişdir.

Cədvəl 3. Şagirdlərin cəbri tənliyin həll çoxluqlarına uyğun simvolik təmsilləri ifadə edə bilmə halları üçün faiz və tezlik dəyərləri

Geometrik şəkil	Temalar	f	%
Düz xətt parçası	Doğru	72	56
	Yanlış	50	40
	Cavabsız	6	4
	Toplam	128	100
Şüa	Doğru	80	63
	Yanlış	43	33
	Cavabsız	5	4
	Toplam	128	100

Bu alt problemdə xətt və şüa üçün düzgün və yanlış cavablar mövzuları üzrə nümunə iştirakçı cavabları Cədvəl 4-də təqdim olunur.

Düz Xətt Parçası üçün Ö-94 Kodlu Doğru Kategoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-20 Kodlu Doğru Kategoriyası Nümunəsi
	
Düz Xətt Parçası üçün Ö-21 Kodlu Yanlış Kategoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-99 Kodlu Yanlış Kategoriyası Nümunəsi
	

Cədvəl 4. İkinci alt problemlə bağlı nümunə iştirakçı cavabları

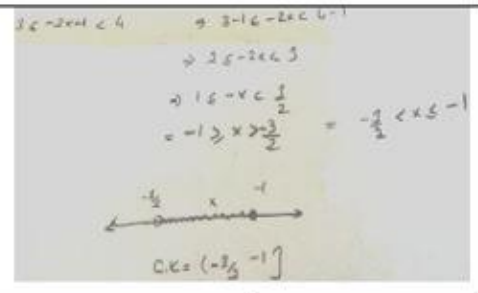
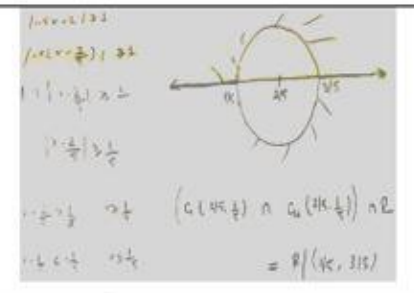
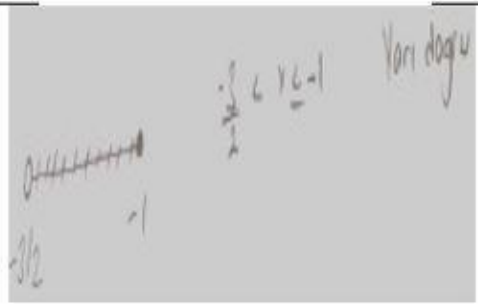
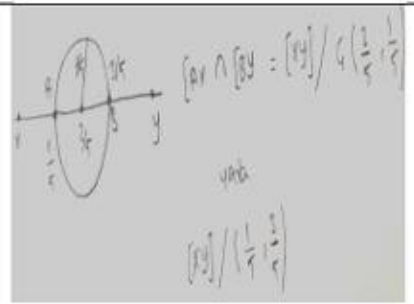
Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerini tapmaqda uğurları hansı səviyyədədir? Şəklindəki Üçüncü Alt Problemlə əlaqədar Nəticələr

Üçüncü alt problem çərçivəsində; şagirdlərin cəbri ifadəsi verilən çoxluqların həndəsi yerini çəkmək bacarığı yoxlanılıb. “Doğru”, “yanlış” və “cavabsız” kateqoriyalar əsasında edilən təhlil nəticələri Cədvəl 5-də təqdim olunur.

Cədvəl 5. Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerini çəkəbilmə qabiliyyəti ilə bağlı faiz və tezlik dəyərləri

Geometrik şəkil	Temalar	f	%
Düz xətt parçası	Doğru	67	52
	Yanlış	42	33
	Cavabsız	19	15
	Toplam	128	100
Şüa	Doğru	90	70
	Yanlış	32	25
	Cavabsız	6	5
	Toplam	128	100

Bu alt problemdə xətt və şüa üçün düzgün və yanlış cavablar mövzuları üzrə nümunə iştirakçı cavabları Cədvəl 6-də təqdim olunur.

Düz Xətt Parçası üçün Ö-94 Kodlu Doğru Kateqoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-94 Kodlu Doğru Kateqoriyası Nümunəsi
	
Düz Xətt Parçası üçün Ö-99 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-99 Kodlu Yanlış Kateqoriyası Nümunəsi
	

Cədvəl 6

Şagirdlərin cəbri ifadələri verilən çoxluqların həndəsi yerini adlandırmada uğur səviyyəsi necədir? Şəklində Dördüncü Alt Problemlə Bağlı Nəticələr

Dördüncü alt problem çərçivəsində; tələbələrin cəbri ifadəsi verilmiş çoxluqların həndəsi yerini adlandırmaq halı yoxlanılıb. “Doğru”, “yanlış” və “cavabsız” kateqoriyalarına əsaslanan təhlil nəticəsində əldə edilmiş nəticələr Cədvəl 7-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 7. Şagirdlər cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerini adlandırma halı üçün faiz və tezlik dəyərləri


Geometrik şəkil	Temalar	f	%
Düz xətt parçası	Doğru	11	8
	Yanlış	19	15
	Cavabsız	98	77
	Toplam	128	100
Şüa	Doğru	12	9
	Yanlış	16	13
	Cavabsız	100	78
	Toplam	128	100

Şagirdlərin adı və şəkli verilən həndəsi strukturun cəbri ifadələri tapmaqda uğurları hansı səviyyədədir? Beşinci Alt Formalı Problemlə bağlı Nəticələr

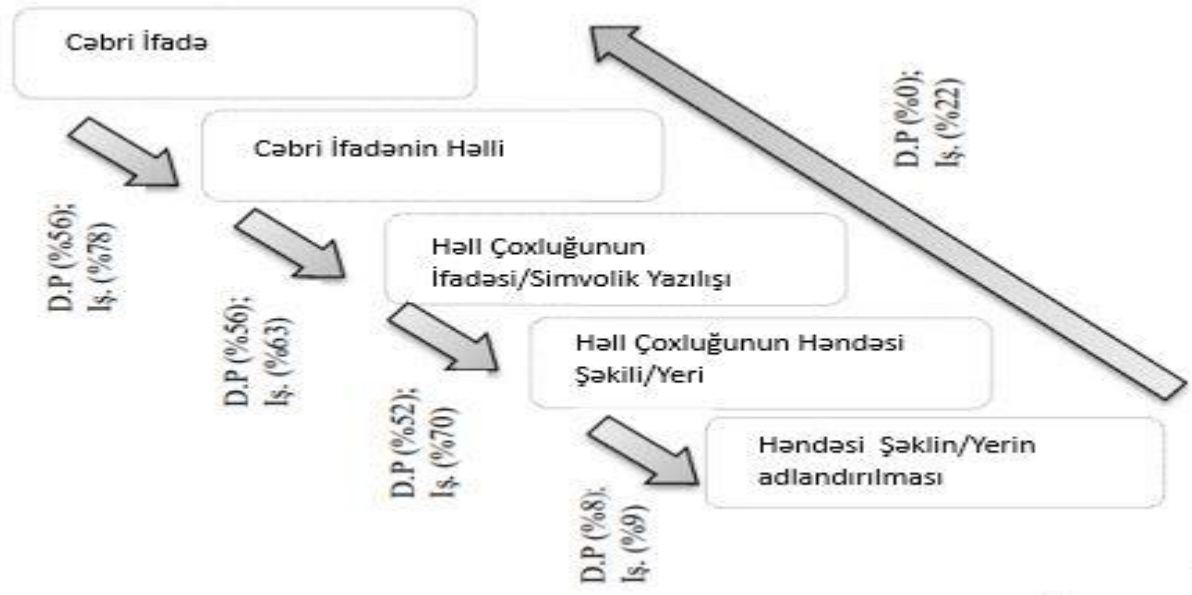
Cədvəl 8. Şagirdlərin verilmiş həndəsi fiqurlara uyğun cəbri ifadələri hesablama qabiliyyəti ilə bağlı faiz və tezlik dəyərləri

Geometrik şəkil	Temalar	f	%
Düz xətt parçası	Doğru	0	0
	Yanlış	108	84
	Cavabsız	20	16
	Toplam	128	100
Şüa	Doğru	28	22
	Yanlış	73	57
	Cavabsız	27	21
	Toplam	128	100

Bu alt problemdə xətt və şüa üçün düzgün və yanlış cavablar mövzuları üzrə nümunə iştirakçı cavabları Cədvəl 9-da təqdim olunur.

Düz Xətt Parçası üçün Doğru Kategoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-83 Kodlu Doğru Kategoriyası Nümunəsi
-----	$\frac{2}{5}$ mərkəz $\frac{1}{5}$ yarıçaplı çemberin tənliyi $[A_1] \cap [B_1] = \emptyset$ fəal. $ 5x-2 \leq 1 \Rightarrow 5x-2 \leq 1 \Rightarrow 5x-2 \leq 1 \Rightarrow 5x \leq 3 \Rightarrow x \leq \frac{3}{5}$ $5x-2 \geq -1 \Rightarrow 5x \geq 1 \Rightarrow x \geq \frac{1}{5}$ $x \geq \frac{1}{5} \wedge x \leq \frac{3}{5}$ dir. $x = \left[\frac{1}{5}, \frac{3}{5} \right]$
Düz Xətt Parçası üçün Ö-122 Kodlu Yanlış Kategoriyası Nümunəsi	Şüa üçün Ö-81 Kodlu Yanlış Kategoriyası Nümunəsi
$\lfloor 2x+1 \rfloor = 3$ $1 + \lfloor 2x \rfloor = 3$ $\lfloor 2x \rfloor = 2$ $2 \gg 2x > 3$ $1 \gg x > \frac{3}{2} = \left[1, \frac{3}{2} \right)$	 $[A_1] \cap [B_1] = [x_3] / G \left(\frac{2}{5}, \frac{1}{5} \right)$ fəal. $[x_3] / \left(\frac{1}{5}, \frac{3}{5} \right)$

Beş alt problem çərçivəsində əldə edilən bütün tapıntıları araşdıraraq, şəkil 2 tərtib edilmiş və təqdim edilmişdir.



Şəkil 2. Strukturda müvəffəqiyyət faizləri (Düz Xətt Parçası: D.P. və Şüa: İş.)

NƏTİCƏ

Bu tədqiqat birinci sinif şagirdlərinin düz xətt parçası-şüa anlayışları əsasında verilmiş cəbri ifadəyə uyğun gələn həndəsi şəkil-yeri və verilmiş həndəsi şəkil-yerə uyğun cəbri ifadəni tapmaqda uğur səviyyəsini müəyyən etmək məqsədilə aparılmışdır. araşdırmada alt problemlər əsasında müvafiq olaraq aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir. Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarını tapmaq bacarığı ilə bağlı əldə edilən nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar. Tədqiqatda iştirak edən şagirdlərin şüaya uyğun gələn cəbri ifadəni həll etməkdənsə, düz xətt parçasına uyğun gələn cəbri ifadəni həll etməkdə daha çox çətinlik çəkdiqləri müşahidə edilmişdir. Eynilə, şüaya uyğun gələn cəbri ifadənin həllinin səhv və cavabsız nisbətləri ilə düz xətt parçasına uyğun gələn cəbri ifadənin həllinin səhv və cavabsız nisbətləri arasında nəzərəcərpacaq fərqli düzgün cavab nisbətləri ilə bənzəyir.

Şagirdlərin verilmiş cəbri ifadələrin həll çoxluqlarına uyğun simvolik təsvirləri tapmaq bacarığı ilə bağlı əldə edilən nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar. Xətt seqmentinə uyğun olan cəbri ifadəni düzgün həll etməyi bacaran iştirakçıların hamısı da öz həllərini simvolik olaraq düzgün göstərmişlər. Lakin şüaya uyğun gələn cəbri ifadəni düzgün həll edə bilən iştirakçıların heç də hamısı öz həllərini simvolik olaraq düzgün təmsil edə bilmədilər. Bu, mütləq dəyər bərabərsizliklərinin həll çoxluqlarının simvolik təsvirindən çox istifadə edilməməsi ilə əlaqədar ola bilər.

Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi şəklini/yerini dəqiq çəkmək bacarığı ilə bağlı əldə edilən nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar. Tədqiqatda iştirak edən şagirdlərin düz xətt parçasına uyğun gələn cəbri ifadənin düzgün çəkilmə sürəti şüaya uyğun cəbri ifadənin həndəsi rəsminə nisbətən aşağıdır. Bu nəticəyə təsir edən səbəblərin araşdırılması tövsiyə olunur. Şagirdlərin cəbri ifadələri verilmiş çoxluqların həndəsi yerlərini düzgün adlandırmaq bacarığı ilə bağlı əldə edilən nəticələr aşağıdakı kimi ümumiləşdirilə bilər. Tədqiqatda iştirak edən şagirdlərin düz xətt parçasına və şüaya uyğun gələn cəbri ifadənin həndəsi adını tapmaqda çox çətinlik çəkdiqləri müşahidə edilmişdir. Bunun səbəbi şagirdlərin cəbri ifadəni həndəsi şəkildə çəkməkdə çətinlik çəkməsi ola bilər.

Şagirdlərin adları və həndəsi formaları verilmiş cəbri ifadələri düzgün tapmaq bacarıqlarının səviyyəsi ilə bağlı əldə edilən nəticələri aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar. Tədqiqatda iştirak edən tələbələrin heç biri adı və forması verilmiş xətt seqmentinə uyğun gələn cəbri ifadəni tapa bilmədi. Lakin az sayda şagird adı və forması verilmiş şüaya uyğun gələn cəbri ifadəni tapmışdır. Bunun səbəbi tərifdə riyazi informasiyanın həndəsi şüaya uyğun olmasıdır.

Tədqiqatda əldə edilən nəticələrə əsasən; Delice və Sevimli (2010) və Şandır və başqalarının (2007) əldə etdiyi nəticələrə paralel olaraq həndəsə və cəbr arasında əlaqədə problemlərin ola biləcəyini söyləmək olar. Daha dəqiq desək, verilmiş həndəsi şəklə uyğun gələn cəbri ifadənin təyin edilməsi verilmiş cəbri ifadəyə uyğun gələn həndəsi formanı təyin etməkdən daha çətinidir. Bundan əlavə, ümumi şəkildə nəzərdən keçirildikdə iştirakçılar şüa anlayışını; Cəbri ifadələrin həll çoxluqlarının tapılmasında cəbri ifadələrin həll çoxluqlarına uyğun simvolik təsvirlər, cəbri ifadəsi verilmiş çoxluqların həndəsi yeri, adı - həndəsi strukturun cəbri ifadələri – şəkli verilir və cəbri ifadəsi verilən çoxluqlar tapılır. Onların həndəsi yeri adlandırmaqda düz xətt parçası anlayışından daha uğurlu olduğu müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, iştirakçılar verilmiş cəbri ifadənin həllər çoxluğunun simvolik təsvirindən həndəsi şəkil-yerə keçiddə çox yüksək olmasa da, müvəffəqiyyət göstərmişlər. Bu nəticə Oral və digərlərinin (2013) həndəsə və cəbri təfəkkürün bir-birindən asılı olmadığı qənaətini dəstəkləyir.

Əldə edilən nəticələr işığında cəbr və həndəsə əlaqəsinə, xüsusilə də həndəsədən cəbrə keçidə daha çox önəm verilməsi və həndəsə tədris prosesində həndəsi rəsmlərin daha çox yer alması tövsiyə olunur. Bu işdə ən əsas həndəsi fiqurlar, düz xətt parçası və şüa müzakirə edilir. Bundan əlavə, yeni tədqiqatlar vasitəsilə digər həndəsi fiqurlar üçün araşdırılan assosiasiyaların aparılması bu mövzuda mövcud vəziyyətin daha aydın şəkildə təqdim edilməsinə kömək edəcəkdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

- Altun, M. ve Yılmaz, A. (2008). High school students' process of construction of the knowledge of the greatest integer function. Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences, 41 (2), 237-271.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics, 52, 215-241.
- Bal, P. A. (2012). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve geometriye yönelik tutumları. Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 2(1), 17-34.
- Çiltaş, A. (2011). Mutlak değer içeren denklem ve eşitsizliklerin öğretiminde grafik kullanımının etkinliği. Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12(3), 39-53.
- Delice, A. (2003). A Comparative study of students' understanding of trigonometry in the United Kingdom and the Turkish Republic. Unpublished doctoral dissertation, University of Leeds, İngiltere.
- Delice, A. ve Sevimli, E. (2010). Həndəsə problemlərinin həlli zamanı Vizuallaşdırma bacarıqlarının incələnməsi: əlavə şəkillər. M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 31, 83-102.
- Dindyal, J. (2004). Algebraic thinking in geometry at high school level: students' use of variables and unknowns. In I. Putt, R. Faragher, və M. Mclean (Eds.) Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Group of Australasia (pp. 183-190). Townsville: MERGA.
- Dreyfus, T. (1991). Advanced mathematical thinking processes. Advanced mathematical thinking, 25-41.
- McMillan, J.H. (2000). Educational research: Fundamentals for the consumer (3 th ed.). Newyork: Longman.
- Şandır, H., Ubuz, B., Argün, Z. (2007). 9. sınıf öğrencilerinin aritmetik işlemler, sıralama, denklem ve eşitsizlik çözümlerindeki hataları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32, 274-281.

**MEQAPOLİSLƏRDƏ NƏQLİYYAT İNFRASTRUKTURUNUN MODERNLƏRŞDİRİLMƏSİ
“YAŞIL NƏQLİYYAT” KONSEPSİYASININ REALLAŞDIRILMASI KONTEKSTİNDƏ**

**MODERNIZATION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN MEGA CITIES IN THE
CONTEXT OF IMPLEMENTATION OF THE GREEN TRANSPORT CONCEPT**

Elvin QASIMOV

Magistrant Mingəçevir Dövlət Universiteti Mingəçevir, Azərbaycan

XÜLASƏ

Bu gün bəşəriyyətin yeni industrial inkişaf mərhələsinə qədəm qoyması ilə əlaqədar təbii resursların tükənməsi, əhali sayının sürətlə artması, urbanizasiya prosesinin intensivləşməsi və tələbatların tarixdə misli görünməmiş templərlə çoxalması insan fəaliyyətinin ətraf mühitə neqativ təsirini daha da gücləndirmişdir. Belə vəziyyət Yer kürəsində bioloji həyatın davamlı olması məsələsini gündəmə gətirir. Beləliklə, hamımızın ümumi evi olan planetin və varlığın şah əsəri sayılan üzvi aləmin qorunması kimi mühafizəkar bir missiyanın daha effektiv üsul və vasitələrlə reallaşdırılması zərurəti fəvqəladə şəkildə aktuallaşır. XX yüzilin sonu, XXI yüzilin əvvəllərində elmi-texniki tərəqqinin xariqələr yaratdığı, milyonlarla insanın məhdud ərazidə məskən saldığı, mürəkkəb və çoxşaxəli nəqliyyat infrastrukturunun formalaşdığı fəvqələri şəhərlərdə (meqapolislər) ekosistemin qorunması daha çətin vəzifə sayılır. Onun uğurlu icrası isə gərgin əmək və böyük resurslar tələb edir. Sözügedən vəzifənin yüksək səviyyədə həyata keçirilməsində meqapolislərdə fəaliyyət göstərən və ən müasir texnologiyalar əsasında sənişin daşımalarını həyata keçirən avtobus parklarının və onları təmsil edən avtobusların (heyətləri ilə birlikdə) xüsusi rolu və əhəmiyyəti var. Lakin informasiya texnologiyaları əsərində iri şəhərin nəqliyyat infrastrukturunu nə qədər modernləşdirilsə də 2 böyük problem - 1) sənişin sıxlığının daha effektiv üsullarla qarşısının alınması; 2) meqapolislərdə ekoloji cəhətdən təmiz və sağlam ətraf mühitin təmin edilməsi. Belə məlum olur ki, bu problemləri artıq əvvəlki qaydada və çoxdan köhnəlmiş üsul və vasitələrlə həll etmək mümkün deyil. Buna görə də “yaşıl dünya”, “yaşıl iqtisadiyyat” kimi mütərəqqi konsepsiyaların ümumbəşəri ideyaya çevrildiyi dövrdə məsələnin həlli üçün daha adekvat və əlverişli variantların tapılması və onların praktikada tətbiqi əsas şərt sayılır. Təqdim edilən tezisdə yüksək nəticələr verəcəyi gözlənilən belə variantlardan bəhs olunur. Onların içerisində yeni nəsillə robotlaşdırılmış ictimai nəqliyyat növlərinə özəl yer ayrılır. Təsədüfi deyil ki, bu gün dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində robot texnologiyaları əsasında işləyən və xüsusi qurğular (estakada) üzərində hərəkət edən ictimai nəqliyyatın çeşidli variantlarından istifadə edilməsi çox yüksək effekt verir.

Açar sözlər: meqapolis, nəqliyyat infrastrukturunu, pilotsuz nəqliyyat, elektrobus, “yaşıl nəqliyyat”.

ABSTRACT

In connection with the entry of world humanity into the era of new industrial development, the depletion of natural resources, the rapid growth of population, the intensification of the urbanization process and the multiplication of human needs at an unprecedented pace further enhances the negative impact of humans on the environment. This state of affairs brings to the agenda the problem of long life on earth. Thus, there is an extraordinary actualization of the need to implement the mission, which is to protect the planet, as our common home, and the organic environment, as the highest value of existence, in even more effective ways and methods. At the end of the 20th and beginning of the 21st centuries, when scientific and technological progress produced real miracles, in extremely large cities (metropolises), where a huge number of people settled in a limited area and a complex, extensive transport infrastructure was formed, protecting the ecosystem becomes an even more difficult task. And the successful resolution of this problem requires painstaking work and large resources. The bus fleets operating in megacities and the buses representing them (together with their trains), equipped with the most advanced technologies and carrying out the transportation of the bulk of the passengers of the metropolis, play a crucial role and are of exceptional importance in the implementation of this

task at the highest level. However, in the age of information technology, no matter how much the transport infrastructure of a large city is modernized, two big problems still remain: 1) preventing passenger density using even more effective methods; 2) ensuring an environmentally friendly and healthy environment in megacities. It becomes clear that these problems can no longer be solved using the old order and long-outdated methods and means. For this reason, in a new period of human history, when such progressive concepts as the “green world” and “green economy” are turning into a universal idea, the discovery and practical use of even more adequate and suitable options for solving the problem at hand become the main condition. The presented thesis talks about such options from which high results are expected and among them a special place is given to samples of the new generation of robotic types of public transport. It is no coincidence that today in developed countries of the world, the use of various options for public transport operating on the basis of robotic technologies and moving on special installations (overpasses) gives a very high effect.

Keywords: metropolis, transport infrastructure, unmanned transport, electric bus, “green transport”.

GİRİŞ

Bu gün müasir bəşəriyyətin qarşısında duran çoxlu sayda taleyüklü məsələlərdən biri də ətraf mühitin bütün mövcud vasitələrlə qorunması və “Yaşıl dünya” konsepsiyasının gerçəkləşdirilməsidir. Bu mühüm və olduqca mütərəqqi konsepsiyanın həyata keçirilməsində Azərbaycan Respublikası və cənab İlham Əliyevin təmsalında ölkə rəhbərliyi fəal və çox mühüm rol oynayır. Təsadüfi deyildir ki, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyev 25 dekabr 2023-cü il tarixdə imzaladığı sərəncamla 2024-cü ili “Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili” elan etmişdir. 1994-cü ildən “COP” (ing. *Conférence of Parties*) kimi tanıdığımız və “Yaşıl dünya” konsepsiyasının reallaşdırılmasına xidmət edən “Tərəflərin Konfransı” adlı vacib beynəlxalq tədbirin 29-cu partiyası da bu il 11-22 noyabr tarixlərində, məhz Azərbaycan Respublikasının paytaxtı Bakı şəhərində keçiriləcək. Bu səbəbdən də bu il hər bir Azərbaycan vətəndaşı gücü və imkanları çərçivəsində “Yaşıl dünya” konsepsiyasının gerçəkləşməsi naminə aparılan mübarizəyə öz töhfəsini verməyə çalışır. Bu isə ölkəmizdə vətəndaş məsuliyyətinin çox yüksək səviyyədə olmasından xəbər verir. Bu gün planetin bütün bəşəriyyətin ümumi və yeganə evi olması həqiqətini dərk edən hər kəs başa düşür ki, planetimiz çox zərifdir və onu qorumaq hər birimizin vicdan borcudur. Elmi-texniki tərəqqinin yüksək templərlə baş verdiyi XX əsrdə və XXI əsrin I rübündə insanın təbiətə göstərdiyi neqativ təsir daha dağıdıcı xarakter almışdır. Bu təsir əhalinin sıx məskunlaşdığı və spesifik infrastrukturun olduğu iri şəhərlərdə daha ağırlı şəkildə ifadə olunur.

SPESİFİK YAŞAYIŞ MƏNTƏQƏSİ KİMİ MEQAPOLİSİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi milyonlarla insanın məhdud ərazidə məskən saldığı, olduqca mürəkkəb və çoxşaxəli nəqliyyat infrastrukturunun mövcud olduğu nəhəng şəhərlərdə, yaxud meqapolislərdə mövcud ekosistemin qorunması daha çətin vəzifə sayılır. Onun uğurlu icrası isə gərgin əmək və böyük resurslar tələb edir. Sözügedən vəzifənin yüksək səviyyədə həyata keçirilməsində meqapolislərdə fəaliyyət göstərən və ən müasir texnologiyalar əsasında sərnişin daşımalarını həyata keçirən avtobus parklarının, həmçinin heyətlərilə birlikdə onları təmsil edən avtobusların xüsusi rolu və əhəmiyyəti vardır.

Hazırda dünyanın fəvqəli şəhərlərində, o cümlədən Bakı meqapolisində və onun aqlomerasiyasında ən kəskin problem müasir ekoloji standartlara cavab verən nəqliyyat vasitələrilə - metro, tramvay, trolleybus, elektrobüs və s., - sərnişin daşımalarının həyata keçirilməsidir. Bu problemin uğurlu həlli “Yaşıl dünya” konsepsiyasının yüksək səviyyədə gerçəkləşməsinə xidmət etməlidir.

Ekoloji cəhətdən təmiz ətraf mühit, hər zaman hər bir insanın, xüsusən də sosial-iqtisadi inkişafın sürətli trmplərlə baş verdiyi, ətraf mühitin çirklənməsinin normadan artıq olduğu və nəqliyyat vasitələrinin sıxlığı səbəbindən tıxacların adı hala çevrildiyi fəvqəli şəhərlərdə yaşayan insanların ən böyük arzusudur. Lakin “Eko şəhər”, “Yaşıl zona” və “Yaşıl şəhər” konsepsiyalarının gerçəkləşməsi

naminə nə qədər yeni, mühüm və təxirəsalınmaz işlər görülsə də, sözügedən sahədə hələ də ciddi problemlər qalmaqdadır. Belə məlum olur ki, iri və nəhəng şəhərlərin nəqliyyat infrastrukturunu nə qədər modernləşdirilsə də 2 böyük problemi sonadək həll etmək hələ ki, mümkün olmur: 1) sərnişin sıxlığının qarşısının daha effektiv üsul və vasitələrlə alınması; 2) ekoloji cəhətdən təmiz və sağlam ətraf mühitin təmin edilməsi. Lakin bu problemləri artıq əvvəlki qaydada və köhnə üsul və vasitələrlə həll etmək mümkün deyil. Buna görə də “yaşıl şəhət”, “yaşıl dünya” və “yaşıl iqtisadiyyat” kimi mütərəqqi konsepsiyaların ümumbəşəri ideyaya çevrildiyi bir dövrdə məsələnin həlli üçün daha adekvat və əlverişli variantların tapılması və onların praktikada tətbiqi şərtidir. Onların içərisində yeni nəsil robotlaşdırılmış ictimai nəqliyyat növlərinə xüsusi yer ayrılır.

Təsadüfi deyildir ki, bu gün dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində robot texnologiyaları əsasında işləyən və xüsusi qurğular (estakadalar, maqnit sistemi ilə işləyən mono xətlər və s.) üzərində hərəkət edən ictimai nəqliyyatın çeşidli variantlarından istifadə edilməsi yüksək effekt verir. Ümumi ad altında “elektrobus” və ya “yaşıl nəqliyyat” kimi tanınan bu nəqliyyat növünün böyük perspektivləri vardır. Belə məlum olur ki, yalnız xüsusi qurğular üzərində hər hansı maneəyə rast gəlmədən hərəkət edən və meqapolisdə sərnişinləri kütləvi şəkildə daşımaq qabiliyyəti olan yeni nəsil pilotsuz nəqliyyat sistemləri bu problemi həll etməyə qadirdir. Bu gün bəşəriyyətin yeni insdustrial inkişaf mərhələsinə qədəm qoyması ilə əlaqədar təbii resursların tükənməsi, əhali sayının çox sürətlə artması, urbanizasiya prosesinin intensivləşməsi və tələbatların bəşər tarixində misli görünməmiş templərlə çoxalması insan fəaliyyətinin ətraf mühitə neqativ, dağıdıcı təsirini fəvqəladə şəkildə artırmışdır. Azərbaycan Respublikasının yeganə meqapolisi sayılan Bakı şəhəri də bu baxımdan istisna deyil. Bakı meqopolisində sərnişin nəqliyyatının (xüsusilə də avtobusların) hərəkəti və sərnişin daşımalarının icrası ilə bağlı mövcud vəziyyəti öyrənmək məqsədilə müxtəlif nəqliyyat növlərindən - metro, avtobus, trolleybus, tramvay, qatar, taksi və s. istifadə edən şəhər sakinləri arasında keçirilən sorğunun nəticələri meqapolisin nəqliyyat sistemində və nəqliyyat infrastrukturunda olduqca ciddi problemlərin olmasını aşkara çıxarmışdır. Müsahibələrdə iştirak edən sərnişinlərin, demək olar ki, hamısı nəqliyyat, xidmət, sərnişindaşıma qaydaları və ekoloji standartlarla bağlı mövcud problemlərdən danışmışlar. Ümumilikdə isə bütün respondentləri, ilk növbədə, üç mühüm məqam maraqlandırmışdır: 1. Rahatlıq. 2. Təmizlik. 3. Mənzilə vaxtında çatdırılma.

Aparılan müşahidələr və sorgular zamanı tədqiqatçılar aşağıdakı mənzərənin şahidi olmuşlar:

1. Meqapolisdə geniş yayılmış hərəkət növləri - Bakı şəhərinin müxtəlif yerlərində müxtəlif nəqliyyat növlərindən istifadə edən sakinlər ictimai nəqliyyatla bağlı suallara cavab verərkən əsasən metroya üstünlük verdiklərini bildirmişdilər. Eyni zamanda onlar metro seçimi ilə bağlı da neqativ arqumentlər irəli sürmüşdülər.
2. Nəqliyyatın seçilməsinin səbəbləri - daha aşağı qiymətlər, yollarda və marşrutlarda ciddi maneələrin olmaması (burada söhbət əsasən tıxaclardan gedir), yaxşı əlaqələndirilmiş xidmət. Metro nəqliyyatını seçən insanlar onun əsas çatışmazlıqlarını, xüsusən də pik saatlarında insanların çoxluğunu və marşrutların sayının kifayət qədər olmamasını vurğulamışlar.
3. Seçimlərə maneə törədən amillər - Respondentlərin ifadələri əsasında aparılan müvafiq təhlillərdən şəhər nəqliyyatının müxtəlif növlərindən istifadə ilə əlaqədar aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar: insanlar daha təhlükəsiz və ekoloji cəhətdən təmiz və yüksək komfort vəd edən nəqliyyat növlərinə üstünlük verir.

Aşağıda meqapolislərdə sərnişindaşıma və ekoloji təmiz nəqliyyat problemini həll etməyə qadir olan pilotsuz nəqliyyat növlərinin tipləri göstərilmişdir:

1. Pilotsuz sistemlər əsasında işləyən və estakadalar üzərində hərəkət edən mini elektrik qatarları.
2. Birbaşa istiqamət üzrə hərəkət edən yerüstü tramvay sistemləri.
3. Monorels üzərində hərəkət edən avtomatlaşdırılmış elektrik avtobusları.

MEQAPOLİSDƏ NƏQLİYYAT İNFRASTRUKTURUNUN MODERNLƏŞDİRİLMƏSİ

Avtomatlaşdırılmış (robotlaşdırılmış) pilotsuz sistemlər əsasında estakadalar üzərində hərəkət edən

elektrobusun texniki parametrlərinə və iş rejiminə nəzər yetirində həmin iddianın doğruluğuna hər hansı şübhə qalmır. Estakadalar üzərində işləyən elektrobus fəvqəladə vəziyyətlər (məsələn, yangın) zamanı xüsusi cihazlar vasitəsilə xəbərdarlıq siqnalları verir və dərhal avtomatik olaraq qəza rejimi işə düşür. Qapılar açılır, hava şarı qismində təxliyyə trapı (təyyalərdə olan təxliyyə trapları kimi) aktivləşir. Konstruktorlar hesab edir ki, bir elektrobus 40 adi avtobus ekvivalentində gücə sahibdir, 860 ton yanacağa qənaət edir, atmosferə CO₂ qazının atılmasını 2 640 t aşağı salır. Elektrobusun digər üstünlükləri sırasında bu nəqliyyat vasitəsinin çox yüksək ekoloji keyfiyyətlərini, daşınmlara görə qiymətin aşağı olmasını və tıxac yaratmamaq qabiliyyətini də qeyd etmək lazımdır. Əlbəttə ki, estakadalar üzərində hərəkət edən və avtomatlaşdırılmış pilotsuz intellektual sistem əsasında işləyən yeni tipli avtobuslar (robotlaşdırılmış elektrobus) sənişin axınının daha gur olduğu şəraitdə daha rentabel olur və gözlənilən texniki və iqtisadi effekti verir. Estakadalar üzərində hərəkət edən robotlaşdırılmış pilotsuz elektrobusun əsas üstünlüyü meqapolisdə yol hərəkətinin davamlı təhlükəsizliyinə maksimum zəmanət vermək və insan faktorunun neqativ təsirlərini yüksək səviyyədə aradan qaldırmaqdır. Lakin bu gün estakadalar üzərində hərəkət edən robotlaşdırılmış pilotsuz elektrobusun tətbiq edilməsində çox sayda problemlər var. Bu isə, ilk növbədə, böyük şəhərlərin (meqapolislər) artıq çoxdan formalaşdırılmış yol infrastrukturunun xarakteri və yol boyu (müvafiq marşrut üzrə) dəyişdirilməsi mümkün olmayan obyektlərin olmasıdır. Bununla bağlı müvafiq dayanacaqların qurulması işi də çətinləşir. Buna görə də hazırda yeni tipli avtobusların (elektrobus) - estakadalar üzərində hərəkət edən avtomatlaşdırılmış, pilotsuz ictimai nəqliyyatın xətləri aşağıda göstərilən ərazilərdə təşkil olunur: dairəvi yollarda; mərkəzə orientasiya olunan ərazilərdə [3]. Həmçinin, bu cür yeni nəqliyyat sistemlərindən sadə marşrutlar üzrə (məsələn, aeroportlar, şəhər kənarında yerləşən digər uzaq obyektlər) istifadə olunur.

Bu gün dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində mövcud olan meqapolislərdə sənişin daşımalarını həyata keçirən nəqliyyat sistemi nə qədər mükəmməl olsa da şəhər sakinləri və şəhərin qonaqları gün ərzində bir məntəqədən digərinə hərəkət etdikləri zaman 1 - 2,5 s vaxt itkisi ilə üzləşirlər. Bu meqapolisdə daha mükəmməl və maneəsiz işləyən avtonəqliyyat sisteminin yaradılması məsələsini daha da aktullaşdırır. Dünyanın aparıcı şirkətləri meqapolislərdə nəqliyyat sisteminin daha da təkmilləşdirilməsi üzrə misli görünməmiş möhtəşəm layihələrin hazırlanması və həyata keçirilməsi üzərində işləyir. Bu şirkətlərdən biri də *Sky Way Group* adı ilə tanınan kompaniyadır. 2014-cü ildə fəaliyyətə başlayan kompaniya naqillər üzərində hərəkət edən yeni nəsil nəqliyyat sistemlərinin istehsalı ilə əlaqədar investisiyaların cəlb edilməsi və bu sahədə müvafiq layihələrin həyata keçirilməsi ilə məşğul olur. *Sky Way Group* şirkətinin ən müasir texnologiyalara əsaslanan maşınları havada yüngül rellər üzərində quraşdırılmış naqillərin ("təllərin") köməkliliyi ilə hərəkətə gətirilir. Xüsusi konstruksiyaların vasitəsi ilə *Sky Way Group* şirkətinin avtobusları saatda 500 km/s sürət toplaya bilir. Məhz bu keyfiyyətlərinə, eləcə də məkanda maneəsiz hərəkət etmək qabiliyyətinə, kütləvi şəkildə sənişin daşımaq imkanlarına, yüksək təhlükəsizlik sistemə, intellektual vasitələrlə təchiz olunduğuna və nəhayət, fəvqəladə rahatlığına görə *Sky Way Group* gələcəyin nəqliyyatı statusuna iddia etməkdədir. *Sky Way Group* şirkətinin tellər və estakadalar üzərində hərəkət edən avtomatlaşdırılmış (robotlaşdırılmış) pilotsuz nəqliyyat vasitələri xarici görünüşünə, dizaynına, iş prinsipinə və digər parametrlərinə görə fantastik mənzərəni xatırladır.

Bu gün dünyanın bir çox ölkələrinin iri şəhərlərində sənişin daşımaları və mobilliyin təmin olunması ilə bağlı problemlərin həll olunmasında "İnfobus" kimi tanınan nəqliyyat sistemindən də geniş istifadə edilir [2]. Bu tip nəqliyyat sistemləri mobil avtonom robotlar bazasında işləyir. Qeyd etmək lazımdır ki, 2009-cu ildə Avropa Komissiyasının təşəbbüsü ilə "Aahen" adlı Nəqliyyat vasitələrinin inkişafı institutunun (Almaniya), Texniki tədqiqat institutunun (İsveç) iştirakı və *Ricardo UK Ltd İdiada and Robotiker-Techalia, Volvo Car Corporation, Volvo Technology* şirkətinin real dəstəyi ilə *Safe Road Trains for the Environment, SARTRE* (Ətraf mühit üçün tam təhlükəsiz elektik avtoqatarlar) layihəsi yaradılmışdır. Layihə sənişin və yük daşımalarının bir-birinə birləşik elektrik avtomobillərdən (avtomobil karvanı və yaxud avtomobillər qrupu) istifadə etməklə daşınmasını nəzərdə tutur. Beləliklə, meqapolisdə elektrik enerjisi ilə işləyən avtobus qatarlarından istifadə olunması onun nəqliyyat infrastrukturuna bir sıra üstünlüklər qazandırır: 1) yanacaqdan istifadə ilə bağlı yaranan tullantıların səviyyəsi 20% aşağı düşür; 2) yol hərəkətinin təhlükəsizliyi daha yaxşı təmin olunur (sürücülərin səhvi nəticəsində baş verən bədbəxt hadisələrin sayı xeyli azalır); 3) yollar və marşrutlar üzrə yüklənmələr aradan qaldırılır, daha "hamar" nəqliyyat axını bərqərar olur. Lakin avtoqatarın maneəsiz və təhlükəsiz hərəkəti üçün özəl hərəkət zolaqlarının yaradılması daha optimal tədbir sayılır.

Onun yeganə çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, hərəkətin digər iştirakçıları üçün zolaqların sayı azalır, bununla da yolun (magistralın) ümumi keçiricilik qabiliyyəti aşağı düşür. Bir qayda olaraq, avtoqatarın hərəkət zolağı səki ilə yanaşı olur və onların arasında xüsusi hasar qurulur. Əsas yolun sounda avtoqatarın zolağını davamlı xətt ayırır. Buna görə də avtoqatara qoşulan infoqatarlar ensiz olur. Sərnişinlərin avtoqatara vaxt itirmədən minməsi və ondan sürətli düşməsi üçün infoqatarların etəkləri platformalarla bərabər səviyyədə, qapıları isə çox və geniş olur. Beləliklə, sərnişinlərin avtoqatara minməsi-düşməsi prosesi işıqfor tsiklinə uyğun - 80-120 saniyə ərzində baş verir. Bu isə infoqatarlara (avtoqatarlar) yol ayrıcılarından işıqforların tənzimləmə rejiminə uyğun olaraq dayanacaqsız, koordinasiya olunmuş yaşıl dalğalarda keçməsinə imkan yaradır [1]. Işıqfor obyektinin avtonom olduğu və koordinasiya planına daxil olmadığı hallarda dayanacaqdan tərpendiyi zaman avtoqatardan işıqfor sistemində müvafiq məlumat ötürülür, o da öz növbəsində reqlamenti avtoqatarın yol ayrıcından keçəcəyi vaxta uyğun tənzimləyir. Bunun üçün "Sürücünün mobil köməkçisi" kimi tanınan məlumat sistemindən istifadə edilir. Sözügedən məlumat sistemi avtoqatarın hərəkəti boyu işıqfor obyektinin yaşıl fazasında qalan vaxtı göstərir və bu zaman sistem işıqforda dayanmadan keçmək üçün lazım olan sürəti də müəyyən edir. Yol-küçə infrastrukturunda mürəkkəb keçidlər olduqda isə avtoqatarlar yeraltı keçidlərdən istifadə edir [4]. Bütün hallarda bort kompüterləri avtoqatarların hər bir hərəkətini və etdikləri maneələri (məsələn, vaqon-elektrobusların vəziyyəti, karvanın sürəti, sərnişinlərin mənzil başına vaxtında çatdırılması ilə bağlı təhlükəsizlik sistemi, qapıların açılması və örtülməsi və s.) tənzimləyir [5].

NƏTİCƏ

Aparılan tədqiqatların qısa xülasəsindən göründüyü kimi nəhəng şəhərlərdə ekoloji təmiz ətraf mühitin yaradılması və "yaşıl şəhər" konsepsiyasının həyata keçirilməsi tarixi zərurət və tələpdir. Ekoloji cəhətdən təmiz (yaşıl) və təhlükəsiz nəqliyyat növlərinə keçid iqtisadi və mədəni zərurətdir və hər kəs «yaşıl dünya» ideyasının gerçəkləşməsinə öz töhfəsini verməlidir. Bununla belə, meqapolisdə ətraf mühitin ekoloji təmizliyinin təmin edilməsi ilə bağlı problemin həlli aşağıdakı maneələrlə üzləşir:

1. İnnovasiyaların daimi normaya və ya həyat tərzinə çevrilməsinə töhfə verəcək müvafiq infrastruktur komponentlərinin olmaması.
2. İnsan stereotipləri ilə bağlı yaranan konkret çətinliklər.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Аристов А.О., Моргачёв К.В. Компьютерная система поддержки принятия решений по управлению транспортными потоками // Сборник научных докладов II научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодёжи - путь к обществу, основанному на знаниях» - М., МГСУ, 2010. - с. 205
2. Пролиско Е.Е., Шуть В.Н. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Материалы научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы». Брест, Беларусь, 25-28 мая 2016 г. - Брест: «БрГТУ», 2016. - с. 49-50
3. Шуть В.Н. Использование эффекта автокараванинга для формирования автопоезда любой размерности для адаптации к пассажиропотоку на маршруте (часть 1) //Материалы Межд. научной конференции «Actual problems in fundamental science». - Луцк, - 2016 г. - с. 217.
4. Шуть В.Н., Касьяник В.В. Мобильный помощник водителя в выборе стратегии вождения «Искусственный интеллект № 3, 2012: Донецк: ИПИИ «Наука і освіта», 2012. - с. 253-254
5. Vasili Shuts, Valery Kasyanik. Mobile Autonomous robots - a new type of city public transport. // Transport and Telecommunication. - 2011. - V. 12, No 4. - S. 52-53

**ALTERNATİV ENERJİNİN İSTİFADƏ İMKANLARI (İSTİLİK ELEKTRİN
STANSİYALARININ EKOLOJİ ZƏRƏRİ)**

**POSSIBILITIES OF USING ALTERNATIVE ENERGY (ENVIRONMENTAL HARM OF
THERMAL POWER PLANTS)**

Mahir İSMAYILOV

Dosent, Mingəçevir Dövlət Universiteti

XÜLASƏ

Energetika sektorunda əsas güc mənbəyi istilik elektrik stansiyalarıdır. Dünya üzrə 65 faiz, Azərbaycanda 85 faiz güc istehsalı bu stansiyaların payına düşür. Lakin istilik elektrik stansiyalarında yandırılan yanacaq tullantıları ekologiyanın çirklənməsində böyük faiz təşkil edir. Yeni texnologiyaların tətbiqi və təmizləyici qurğuların faydalı işləməsi bu problemin qismən aradan qaldırılmasına xidmət edir. Alternativ enerji mənbələrinin istifadəsinin genişlənməsi də ekologiyaya öz müsbət təsirini verəcəkdir.

Açar sözlər: yanacaq, kükürt, hava, enerji, bərk yanacaq

ABSTRACT

In the energy sector, the main source of energy is thermal power plants. These stations account for 65 percent of the world's electricity production and 85 percent in Azerbaijan. But fuel waste burned at thermal power plants accounts for a large percentage of environmental pollution. The introduction of new technologies and the useful work of treatment facilities will serve to partially eliminate this problem. The expansion of the use of alternative energy sources will also have a positive impact on the environment.

Key words : fuel, sulfur, air, energy, solid fuel

GİRİŞ. Azərbaycanda enerji sistemində hasil olunan elektrik enerjisinin 85%-ə qədəri istilik elektrik stansiyalarında (İES) əldə olunur. Enerji sisteminin qoyulmuş gücünün əsasını istilik elektrik stansiyaları təşkil edir və yaxın illərdə də elektrik enerjisi hasilinin artımı əsasən istilik elektrik stansiyalarının hesabına əldə edilməsi nəzərdə tutulur. Bildiyimiz kimi energetika dedikdə həm istilik, həm də elektroenergetika sənaye sahələri nəzərdə tutulur. Elektroenergetika da özü-özlüyündə istilik energetikasıdan daha təsirli elektromaqnit radiasiyası ilə atmosferi çirkləndirir.

Təbii şəkildə, daha doğrusu təbiətdə gedən proseslər nəticəsində atmosfərə atılan zərərli tullantılardan fərqli olaraq zərərli tullantılar antropogen tullantılar adlanır. Təbiətdə gedən təbii proseslər nəticəsində atmosfərə atılan tullantılar ola bilsin ki, bəzi hallarda sənaye müəssisələrdə atılan tullantılara nəzərən çoxluq təşkil etsin. Ancaq sənayesi geniş inkişaf etmiş, əhalisi çox olan sənaye mərkəzi şəhərlərdə sənaye müəssisələrindən atmosfərə atılan və yerin vahid səthinə düşən çirkləndirici zərərli maddələrin miqdarı təbii tullantılara nəzərən çoxluq təşkil edir. Atmosferə atılan antropogen qarışıqların təsiri lokal və qlobal təsir baxımından baxılmalıdır. Lokal dedikdə verilmiş zaman ərzində verilmiş konkret sahəyə təsir, qlobal dedikdə isə ümumi miqyasda atmosfərə təsir nəzərdə tutulur.

ƏSAS MATERİALIN TƏQDİMİ. Hal-hazırkı İES-lərdə yanma məhsullarını atmosfərə atan tüstü boruları kifayət qədər hündür qurlaşdırılır və onu əhatə edən və təsirə məruz qalan sahənin diametri 20-50 km arasında qiymətləndirilir. Deməli, tüstü borusundan atmosfərə atılan yanma məhsullarındakı antropogen qarışıqlar ilk növbədə bu sahədəki bitki və canlı aləmə, insanlara və binaların tikinti konstruksiyalarına mənfi təsir göstərir. Belə ki, SO₂-nin təsirindən yarpaqların səthi zədələnir və yarpaqlar xlorofilin dağılmasına məruz qalır. Xüsusi ilə iynəyarpaqlı bitkilər həmişəyaşıl olduqları üçün daha çox mənfi təsirə məruz qalır. Tədqiqatlar nəticəsində sübut edilmişdir ki, havada SO₂-nin

miqdarı (konsentrasiyası) $0,23 \div 0,32 \text{ mq/m}^3$ olduqda iynəyarpaqlı bitkilərin həm fotosintez, həm də nəfəs almanın pozulması səbəblərindən quruması (nəmliyin azalması) prosesi baş verərək ağac (şam) 2-3 il ərzində tam məhv olur.

Yanma məhsullarının tərkibində atmosfer havasını çirkləndirən zərərli maddələrdən biri də azot oksidləridir. Azot oksidləri insanlara zərərli təsir edir və bu təsirin ilkin simptomları dərinin qıçıqlanması ilə yanaşı insanların gözlərinin yaşarması hallarının baş verməsidir. Azot oksidləri mayelərdə çox pis həll olunur, insanların ağ ciyərlərinin dərininə daxil olaraq alveolların epitelini və bronxları sıradan çıxarır.

Texnoloji proseslərdən və insanların həyat fəaliyyəti ilə əlaqədar atmosfərə atılan və həmçinin təbii proseslərdə yaranan və atmosferdə toplanan zərərli tullantılar sonradan müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır[2]. Zərərli qaz şəklindəki və ya asılmış şəkildəki hissəciklərin fiziki-kimyəvi xassələrindən metroloji şəraitdən və ilk növbədə tüstü borusundan atılma hündürlüyündən və hissəciklərin ölçülərindən asılıdır. Qaz şəklində atılan zərərli maddələrin atmosferdə qalma müddəti və onların atmosferdə məruz qaldıqları çevrilmələr isə hələ tam öyrənilməmişdir. Məsələn üçün atmosfərə atılan kükürd qazının atmosferdə qalma müddəti barədə ədəbiyyatlarda müxtəlif fikirlər mövcuddur. Belə ki, bəziləri hesab edir ki, bu qaz çevrilməyə məruz qalmadan atmosferdə bir neçə saat qalır, bəziləri isə bu müddətin sutkalarla ölçüldüyünü qeyd edirlər. Ədəbiyyatlardan məlumdur ki, atmosfərə atılan SO_2 qazının bir hissəsi oksidləşməyə uğranılaraq SO_3 qazına çevrilir. Sonra isə SO_3 havanın nəmliyi ilə birləşərək havada H_2SO_4 turşusu buxarını yaradır. Katalizator rolunu isə günəş şüası və havadakı toz hissəcikləri görür. Bununla yanaşı aydın məsələdir ki, bu prosesdə həm də havanın nəmliyinin təsiri böyükdür. Bəzi ədəbiyyatlarda göstərilir ki, havanın nəmliyi 60% təşkil edərsə, SO_3 -ün 7,8%-i H_2SO_4 buxarına çevrilirsə, nəmlik 81% olduqda SO_3 -ün 31%-i H_2SO_4 -ə çevrilir. Atmosferin yuxarı qatlarında (yerdən 30 km yüksək hündürlüklərdə) fotokimyəvi reaksiya nəticəsində biosferdən düşən üzvi və qeyri-üzvi maddələr parçalanmaya məruz qalır və karbon qazı, su, oksigen, azot və s. şəklində yer səthinə qayır. NO_2 -nin dissosiasiyaya uğraması reaksiyası çoxlu sayda digər ikinci reaksiyaların baş verməsinə səbəb olur və sərbəst radikallar şəklində azon yaranır. Fotokimyəvi parçalanmanın axırncı məhsulu olaraq karbon oksidi, dioksid və həmçinin üzvi aerosol yaranır.

Atmosferə atılan tullantılar aşağıdakı tərkibdə qarışıqlardan ibarətdir: karbohidrogenlər CO , NO_2 , SO_2 hissəciklər, daş kömür-400, mazut yandırıldıqda tüstü qazları ilə atmosfer havasına sulfid və kükürd anhidridi, azot oksidləri, vanadium birləşmələri, natrium duzları, həmçinin qazın təmizlənən vaxtı ayrılan maddələr daxil olur. Bununla belə, maye yanacaq işlədildikdə geniş əraziləri tutan və daim atmosferi çirkləndirən kül layları (qalaqları) problemi yaranmır. Maye yanacaq növlərinin məhsullarında uçucu kül olmur. Təbii qazın yandırılması zamanı atmosferin əsas çirkləndirici azot oksidləri hesab olunur. Lakin İES-də təbii qazın yandırılmasından azot oksidi tullantıları daş kömürün yandırılmasından orta hesabla 20% azdır. Deməli, təbii qazdan istifadə olunması ekoloji baxımdan əlverişlidir.

Azot oksidlərinin və karbohidrogenlərin birgə oksidləşməsi nəticəsində yaranan məhsullar və sonrakı baş verən reaksiyalar nəticəsində olduqca zərərli təsirə malik peroksiasilnitratlar yaranır. Bu sinfə aid birləşmələr xüsusi ilə şəhərlərin havasında daha çox müşahidə olunur. İkinci fotokimyəvi reaksiyalar da yüksək sürətlə gedir. Belə ki, molekulyar oksigenin və azot oksidinin (NO) atmosferin oksigeni ilə təsiri nəticəsində ozon və azot dioksid və ya azot dioksid ilə ozonun təsiri nəticəsində isə nitratlar yaranır. Bu reaksiyalar səbəbindən fasiləsiz olaraq ozon yaranır və azot oksidi ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində yenidən azot dioksidə çevrilir. Ona görə də İES-lərin yanma məhsulları atmosferdə yuxarı qalxdıqca tərkibində olan azot dioksidin miqdarı artır və 70%-ə çatır. Tüstü borusunun çıxışında isə bu 10-15% təşkil edir. Bu isə öz növbəsində yanma məhsullarının təbiətə və canlı aləmə zərərliyini daha da artırır. Belə ki, azot dioksidini təxminən 3,5 dəfə azot oksidə nəzərən zərərliyədir. Yer səthinə yaxın atmosfer təbəqəsində fotokimyəvi çevrilmələrin baş verməsinin əsas səbəbi havanın üzvi maddələrlə və azot oksidləri ilə çirklənməsidir. Havanın çirklənmə dərəcəsi yüksək olduqda fotokimyəvi dumanın yaranmasının əsas səbəbi günəş radiasiyasının çox olması ilə əlaqədardır. Beləliklə, qeyd etdiklərimizdən aydın olur ki, İES-lərdən atılan yanacağın yanma məhsulları (bərk hissəcikləri, azot və kükürd oksidləri) stansiya yerləşən rayonun biosferinə kəskin mənfi təsir göstərir. Bu yanma məhsulları ilə atılan zərərli maddələr sonradan müxtəlif çevrilmələrə və birləşmələrə məruz qalaraq,

zərərliyi daha da artaraq yer səthinə çökməklə yanaşı yağış yağdıqda həm torpağa hopur, həm də su hövzələrinə daxil olur.

Həm təbii, həm də antropogen proseslərdən atmosfərə atılan kükürd birləşmələrinin miqdarı təxminən eyni miqdarda qiymətləndirilir və hesab edilir ki, bu cəm miqdar ildə 100-150 mln.ton səviyyəsindədir. Atmosferə atılan və onu çirkəndirən əksər zərərli komponentlərin atmosferdə qalma müddəti məhdud olmaqla sutkalarla ölçülür. Ona görə də bu komponentlərin tozun, kükürd və azot oksidlərinin və s. atmosferə kəskin müşahidə olan dərəcədə toplanması (konsentrasiyalarının artması) baş vermir.

Son 100 il ərzində atmosferdə CO₂-nin miqdarının artımı 0,029÷0,032% təşkil etmişdir. Ancaq bu artımın insanlara və canlı aləmə təsirinin hiss edilməməsinə baxmayaraq atmosferdə CO₂-nin miqdarının artımı davam etmiş olsa, onda planetimizin iqliminə kəskin təsir edəcəkdir. Ədəbiyyatlara görə hələ ki, antropogen proseslərin atmosferdə oksigenin miqdarına təsiri müşahidə edilməmişdir və onun miqdarı dəyişməmişdir.

Enerji sənayesini iki növə bölmək olar: bərpa olunan enerji sənayesi və bərpa olunmayan enerji sənayesi. Bərpa olunmayan enerji sənayesinin vacib mənbələrindən biri neftdir. Neftçixarma, emal, istehsal və satış kimi fərqli yerlərdə əməliyyatlar aparılır.



Şəkil 1. Alternativ enerji



Şəkil 2. Atom elektrik stansiyası (AES)

Bunun xaricində kömür enerjisi sənayesi, nüvə enerjisi sənayesi, elektrik enerjisi sənayesi var. Bu cür enerji sahələri iqtisadiyyatın inkişafında mühüm rol oynayır. Bu (neft, qaz) enerji mənbələri məhduddur və tezliklə azalacaq. Buna görə bir çox tədqiqat alternativ enerji sektorlarına həsr edilmişdir.

Alternativ enerji mənbələri kimi aşağıdakı enerji mənbələri nəzərdə tutulur: günəş enerjisi, günəş batareyaları (fotoelementləri), külək enerji mənbələri, kiçik güclü su elektrik stansiyaları, bioresursların və məişət tullantılarının yandırılması nəticəsində yaranan enerji mənbələri, dalğa enerjisi, okeanların qabarma-çəkilmə enerjisi, geothermal enerji, təkrar enerji mənbələri və s. Ayla yer arasında olan cazibə qüvvəsinin gecə-gündüz ərzində dəyişməsi nəticəsində okeanlarda “qabarma və çəkil-mə”lərlə əlaqədar olaraq əmələ gələn dalğaların enerjisindən, həmçinin də, yerin dərinliklərindən çıxan qaynar suyun istilik enerjisindən elektrik stansiyalarında elektrik enerjisi almaq üçün istifadə etmək mümkündür. Ümumiyyətlə mövcud olan mənbələrin enerjilərini elektrik enerjisinə çevirmək mümkündür. Eyni zamanda elektrik enerjisini də müxtəlif enerji növlərinə, işıq, istilik, mexaniki və s. enerjilərə çevirmək mümkündür. Təbiətin enerji resurslarının enerjisindən istifadə əmsali cəmi 1 faizə yaxındır. Bu o deməkdir ki, biz hələ təbiət enerjisindən, enerji resurslarından hələ tam istifadə etmirik və səmərəli istifadə etmək imkanlarını artırmalıyıq. Azərbaycan coğrafi şəraitinə görə alternativ enerji mənbələri resursuna görə çox əlverişli imkanlara sahibdir. Əsasən respublikanın dağ və dağətəyi rayonlarında, kənd və rayonların kiçik təsərrüfat sahələrinin, kiçik obyektlərin, istehsal sahələrinin elektrik enerjisi ilə təminatını yaratmaq üçün az güclü mikro su elektrik stansiyalarının inşa edilməsi əhəmiyyətli hesab olunur. Belə enerji mənbələri olaraq Respublikanın bir çox rayonlarında (Qusar,

Quba, Xaçmaz, Zaqatala, Şəki, Qax, Qəbələ, Ordubad, Şahbuz, Şəmkir, Tovuz, Kəlbəcər, Laçın, Ağdərə, Tət-tər, Füzuli) mikro SES-lərin inşası çox əlverişlidir. Mikro SES-lərin tikintisi üçün çayların sus sərfi, çayların axma sürəti, ilin fəsillərindən asılı olaraq çaylarda su axınının artıb-azalması hesablanıb, nəzərə alınmalıdır. Son zamanlar alternativ enerji mənbəyi olaraq külək enerjisi mənbələrinin inkişafına Dövlət tərəfindən çox böyük diqqət yetirilir. Alternativ enerji mənbələrindən geniş miqyasda istifadə edilməsi üçün dövlət proqramı həyata keçirilir. Külək elektrik stansiyalarının yaradılması üçün Azərbaycanın mövcud iqlim şəraiti çox əlverişlidir. Azərbaycanda alternativ enerji mənbələrinin ümumi enerji istehsalında payı 16,5 faizdir. Respublikamızda bərpa olunan enerji mənbələrinin inşa edilməsi üçün münbit şərait yaradılmışdır. Təkcə işğaldan azad olunmuş Kəlbəcər rayonunda 7 ədəd kiçik SES tikilib və burada 34,33 MVt güc yaradılmış, 4 yerdə ümumi gücü 44,2 MVt olan kiçik SES-lərin tikintisi aparılır, 2024-cü ildə həmin stansiyaların istismara verilməsi planlaşdırılır. İlk baxışda zəngin su təchizatı, elektrik enerjisi, sənaye rekreasiya imkanları və zəngin faydalı qazıntılar azad olunan ərazilərin sənaye potensialının karkasını təşki

l edir. İşğaldan azad olunmuş ərazilərin sənaye imkanları yaxın zamanlarda ölkə iqtisadiyyatında əlavə dəyər yaradacaqdır.

Bu günlərdə ölkələr alternativ enerji mənbələrindən maksimum istifadə etmək üçün böyük miqdarda pul xərcləyirlər. Azərbaycanda Su Elektrik Stansiyaları da daxil olmaqla bərpa olunan enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1312 MVt təşkil edir. Azərbaycanın hal-hazırda ümumi elektrik enerji istehsalı gücü 7954 MVt-dır. Alternativ enerji ümumi enerji istehsalının 16,5 %- ni təşkil edir. Azərbaycan 2030-cu ilə kimi alternativ enerjinin payını 30 faizə çatdırmağı hədəfləyir.

NƏTİCƏ. Atom elektrik stansiyaları alternativləri ilə müqayisədə, yəni, ənənəvi elektrik stansiyalarına nisbətən ətraf mühiti az çirkləndirir. Bəzi ekspertlərin fikrincə isə AES radiasiya riskli bir stansiya olduğundan onun əvəzinə alternativ enerji mənbələrindən istifadə etmək daha əlverişli olar. 1 qram Uranın yaratdığı enerji 2 ton kömürün yaratdığı enerjiyə bərabərdir. Uranın verdiyi istilik kömürdən 2 milyon dəfə çoxdur. AES-də əsasən Uran-235 markalı yanacaq istifadə olunur və bu təbiətdə tapılır. 10000 kq dəmir filizindən 2,5 kq Uran alınır. AES-də digər radioaktiv elementlər də istifadə edilir. İldə 20 min ton dəm qazının atmosfərə atılmasının qarşısı alınır. 110 min ton kükürt qazın atmosfərə atılmasının qarşısı alınır. Bu rəqəm onu göstərir ki, Uranın əldə edilməsi üçün külli miqdarda tullantı əmələ gəlir və bu da ekoloji baxımdan problemlə hal hesab oluna bilər. Lakin istismar müddətində atmosfərə heç bir tullantı atılmır. Amma dəmir filizinin təbiətdə açıq üsulla çıxarılması, yerin altında olan radioaktiv maddələrin yer səthinə çıxarılması ilə radioaktiv çirklənmənin yaranmasına səbəb ola bilər. Dəmir filizinin emalı zamanı lantşaftın korlanması, saxtələrdə isə işləyən fəhlələrdə ağciyər xərçəngin yaranmasına səbəb ola bilər. AES-lərin fəaliyyəti zamanı ətraf mühitin radioaktiv maddələrlə çirklənməsi baş verir. Bu da canlılar üçün zərərli olur. İnkişaf etmiş ölkələrdə iqtisadiyyatın inkişafı su və elektrik enerjisindən asılıdır. Elektrik enerjisi olmasa iqtisadiyyatın inkişafı mümkün deyildir. Rusiyada 20 faiz, ABŞ-da 35 faiz, Fransada isə 75 faiz elektrik enerjisi istehsalı AES-lərdə hasil olunur. Nüvə stansiyalarının iqtisadiyyata təsiri böyükdür. Adları qeyd olunan ölkələr AES inşa etmək istəyində olan ölkələrdir: İsveçrə, Kanada, Qazaxıstan, Liviya, Litva, Meksika, Misir, Polşa, Slovakiya, Səudiyyə Ərəbistanı, Türkiyə. Dünyanın otuzdan çox ölkəsində isə AES fəaliyyət göstərir: ABŞ, Almaniya, Fransa, Argentina, Belçika, Böyük Britaniya, Braziliya, Finlandiya, Çin, İspaniya, Kanada, Pakistan, Rumuniya, Rusiya, Slovakiya, Ukrayna və s.

Alternativ enerji mənbələrindən istifadənin aktuallaşdığı və istifadə imkanlarının genişlənməsi hesabına İES-lərdən atılan tullantıların miqdarını ilbə-il azaltmaqla problemin həllinə uzun zamandan sonra nail olmaq olar. Azərbaycanda da bu gün aktual olan məsələlərdən biri yeni, bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadə imkanlarından yararlanmaq, işğaldan azad olunmuş ərazilərdə külək, günəş elektrik stansiyalarının tikintisinin sürətləndirilməsinə nail olmaqdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. İsmayılov, M.B. İxtisasa giriş / Mingəçevir, - 2023, - 305 s.
2. İsmayılov, M.B. İstilik elektrik stansiyalarında qaz və mazut yanacaqların istifadəsi zamanı ekologiyanın çirklənməsi / *Dayanıqlı inkişaf*, - 2021. № 1, - s. 86-90.

SÜRƏT REJİMLƏRİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİNƏ TƏSİR EDƏN AMİLLƏR
FACTORS INFLUENCING THE REGULATION OF SPEED REGIMES

Qaragöz Kərimov

Mingəçevir Dövlət Universiteti Azərbaycan Texniki Universiteti, doktorant Mingəçevir, Azərbaycan

<https://orcid.org/0000-0002-6101-6773>

XÜLASƏ

Sürət həddini təyin etmək və tətbiq etmək üçün ənənəvi yanaşma adətən sürət həddi işarələrinin düzgünlüyünü təmin etmək ətrafında mərkəzləşmişdir məcburi icra səviyyəsinin həyata keçirilməsini tələb edir. Bu yanaşma mühəndisliyə, təhsilə və icra tədbirlərinə resursların ayrılmasını labüd edir. Sürət həddi ayrı-ayrı yollar və onları əhatə edən ərazilər nəzərə alınmaqla müəyyən edilir ki, bu zaman sürət həddi də geniş yollar şəbəkəsində seçildiyindən müəyyən çatışmazlıqlar meydana çıxır, bu da müəyyən ziddiyyətlər yaradır. Sürət məhdudiyyətinin effektiv tətbiqi qanuni məhdudiyyətlərə könüllü şəkildə əməl etməyə nail olmaq məqsədi daşıyır. Bununla belə, resurslar və strategiyalar düzgün seçilmədikdə təhlükəsizlik səviyyəsi aşağı düşür. Məsələn, sürət həddinin aşılması ilə bağlı cərimələrə qarşı sərt tədbirlər sürət kameraları ətrafında sürətin azalmasına səbəb ola bilər, lakin sürücülərin sürət həddinin aşılmasının faydalarından daha çox kameraya düşmə riskinin az olmasını dərk etdiyi digər ərazilərdə sürətlərini artırmağa və aqressiv avtomobil sürməyə səbəb ola bilər. Sürət rejimlərinin tənzimlənməsi yollarda təhlükəsiz və səmərəli səyahət üçün çox vacibdir. Sürət hədləri bu məqsəd üçün ən məşhur vasitə olsa da, sürətin idarə edilməsi mürəkkəb və çoxşaxəli məsələdir. Bu, sürücülərdən təkə müəyyən olunmuş sürət həddinə riayət etməyi deyil, həm də bəzi yollarda qeyd olunan limitdən daha yavaş sürmək mənasına gəlsə belə, sürəti yol və yol şəraitinə uyğun tənzimləməyi tələb edir. Sürətin idarə edilməsi yol və yol şəraiti nəzərə alınmaqla insanları ətraf mühit üçün təhlükəsiz sürətlə idarə etməyə təşviq edən və yol qəzalarının tezliyini və şiddətini azaltmağa kömək edən tədbirlər kompleksi kimi müəyyən edilə bilər. Bu araşdırmada sürücülərin mövcud şərtlərə uyğun sürətdə nəqliyyat vasitələrini idarə edən zaman sürət rejiminin seçilməsinə təsir edən amillər tədqiq olunmuşdur.

Açar sözlər: sürət tənzimlənməsi, hərəkət təhlükəsizliyi, yol infrastrukturu

ABSTRACT

The traditional approach to setting and enforcing speed limits has typically centered around ensuring the accuracy of speed limit signs and implementing the necessary level of enforcement. This approach involves allocating resources to engineering, education, and enforcement efforts. While speed limits are determined with consideration for individual roads and their surrounding areas, it is widely recognized that these limits are often poorly chosen and unsuitable for the road environment, resulting in non-compliance. Effective speed limit enforcement aims to achieve voluntary compliance with legal limits. However, if resources and strategies are not properly selected, there can be negative safety consequences. For example, a harsh crackdown on speeding fines may lead to reduced speeds around speed cameras but an increase in erratic speeds and aggressive driving in other areas where drivers perceive the risks of being caught on camera as outweighed by the benefits of speeding. Regulating speed regimes is crucial for safe and efficient travel on roads. While speed limits are the most well-known tool for this purpose, speed management is a complex and multifaceted issue. It requires drivers not only to comply with posted speed limits but also to adjust their speeds to suit road and traffic conditions, even if it means driving slower than the posted limit on some roads. Speed management can be defined as a range of measures that encourage people to drive at a speed that is safe for the environment, taking into account road and traffic conditions, and helps decrease the frequency and severity of road accidents. The main focus of this essay is on methods to encourage

drivers to travel at an appropriate speed for the prevailing conditions, essentially exploring how to manage speeds below the posted limits.

Keywords: speed regulations, traffic safety, road infrastructure

Giriş. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının hesablamalarına görə şəraitə uyğun maksimal sürətdən 1 km/saat artıq sürətlə hərəkət etmək ölümlə nəticələnən yol-nəqliyyat hadisəsi riskini 4-5 % artırır. Həm də kədərli faktır ki, dünyada sürücülərin 40-50 %-i avtomobili maksimal sürət həddini pozmaqla idarə edirlər. Ölkəmizdə hər il ölüm və xəsarətlə nəticələnən yol-nəqliyyat hadisələrinin təhlili aparılarkən statistik rəqəmlərə əsasən sürət həddinin aşılması ön sıralarda durur. Yəni yol-nəqliyyat hadisələrinin baş verməsinin əsas səbəblərindən biri kimi sürət həddinin aşılması göstərilir və bu hadisələr nəticəsinin ağırlığı ilə fərqlənir. [1]

Yol hərəkəti haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanununun I fəslinin 50-ci maddəsinin 1-ci bəndində hərəkət sürəti və nəqliyyat vasitələri arasında ara məsafəsi məsələləri şərh olunarkən qeyd olunmuşdur ki, sürücü hərəkətin intensivliyini, nəqliyyat vasitəsinin, yükün xüsusiyyətlərini və vəziyyətini, yol və meteoroloji şəraiti, xüsusən hərəkət istiqamətində görmə şəraitini nəzərə almaqla, nəqliyyat vasitəsinin müəyyən olunmuş sürət məhdudiyyətindən çox olmayan sürətlə sürməlidir. Sürücü hərəkət üçün təhlükə yarandığını gördükdə, nəqliyyat vasitəsinin sürətini tam dayanma həddinə qədər azaltmaq üçün mümkün olan tədbirləri görməlidir. [2]

Sürücünün yollarda hərəkət vaxtı şəraitə uyğun olaraq optimal sürət seçməsi təhlükəsizlik üçün ən vacib şərtlərdən biridir.

Yol şəraitinin imkan verdiyi həddən yüksək sürətlə hərəkət etmək yol-nəqliyyat hadisələrinə səbəb olur. Həm də bu hadisələr həmişə ağır nəticələri ilə fərqlənir. Optimal sürətdən aşağı sürətlə hərəkət etmək isə yollarda digər nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini çətinləşdirməklə yanaşı tıxaclara səbəb olur.

Hərəkət sürətinə təsir edən faktorlar. Sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən bu faktorları nəzərə almalıdır:

- hərəkətin intensivliyini;
- idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin xüsusiyyətini və vəziyyətini;
- apardığı yükün xüsusiyyətini və vəziyyətini;
- hərəkət istiqamətində görməni nəzərə almaqla yol şəraitini;
- hərəkət istiqamətində görməni nəzərə almaqla meteoroloji şəraiti;
- yolda müəyyən olunmuş sürət məhdudiyyətini.

Hərəkət sürəti seçərkən bu faktorların hər birinin nəzərə alınması sürücüdən diqqət və səriştə tələb edir. Bu faktorlardan hər birini ayrılıqda öyrənmək.[3]

a) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən hərəkətin intensivliyini nəzərə almalıdır.

Hərəkət intensivliyi dedikdə, vaxt vahidi ərzində-məsələn bir saat, bir gün və s. vaxt ərzində konkret yol sahəsindən keçən nəqliyyat vasitələrinin sayı nəzərdə tutulur. Hərəkət intensivliyinin dərəcəsinə vaxt vahidi ərzində yolun nəqliyyat vasitələri ilə tutulma səviyyəsi, onlar arasındakı ara məsafəsi, nəqliyyat axınının sürəti və s. faktorlar müəyyən edir. Hərəkət intensivliyi az olan yolda sürücü başqa faktorları da nəzərə almaqla maksimum 60 km/saat sürətlə hərəkət edə bilər. Hərəkət intensivliyi çox olan yolda isə sürücü təxminən nəqliyyat axınının sürətinə yaxın sürətlə hərəkət etməlidir. Belə yolda axının sürətindən fərqli sürətlə hərəkət etmək qəza törətmək riski yaradır. Əgər avtomobilin sürəti axının sürətindən 30 km/saat çox olarsa, qəza törətmək riski 10 dəfə artır. Eyni zamanda yolda piyada və velosipedçilərin də hərəkət intensivliyini nəzərə almaq lazımdır. Piyadaların hərəkət hissəsinə qəfil çıxması, velosipedçilərlə yolun kəsişməsi də sürücünün diqqətindən yayınmamalıdır. Bundan başqa bu cür şərait sürücüdən təmkinli və səbrli olmağı tələb edir.

b) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin xüsusiyyətini və vəziyyətini nəzərə almalıdır.

Sürücü hərəkət sürəti seçərkən hansı nəqliyyat vasitəsinə idarə etdiyini nəzərə almalıdır.

Çünkü, bu avtomobillərin sürətlənmə vaxtları, ağırlıq mərkəzlərinin yerləşməsi, tormozlama keyfiyyətləri və s. xüsusiyyətləri kəskin fərqlənir.

Avtomobilin sürətlənmə vaxtı dedikdə, hərəkətə başladıqdan neçə saniyə sonra 100 km/saat sürətə çatmaq başa düşülür. Sürətlənmə vaxtı təxminən 10 saniyəyədək olan minik avtomobillərini idarə etmək asan olur. Çünki, belə avtomobil yolayrıcında və digər yerlərdə yol verdikdən sonra qısa müddətdə nəqliyyat axınında yer tuta bilər. Avtomobilin tam kütləsini mühərrikin at qüvvəsi ilə bildirilən gücünə bölməklə sürətlənmə vaxtını təxmini təyin etmək olur. Yükgötürmə qabiliyyəti az olan yük avtomobillərində və tutumu az olan avtobuslarda bu rəqəm 30 saniyədən az olur.

Sürücü hərəkət sürəti seçərkən avtomobilin ağırlıq mərkəzinin yerdən hansı məsafədə yerləşməsinə də nəzərə alınmalıdır. Avtomobilin ağırlıq mərkəzi avtomobilin bütün kütləsinin toplandığı şərti nöqtədir.

Avtobusların, yük avtomobillərinin və xüsusi təyinatlı avtomobillərin ağırlıq mərkəzi də yerdən çox yuxarıda olur.

Sürücü hərəkət sürəti seçərkən avtomobilin tormozlama keyfiyyətlərini də nəzərə alınmalıdır. Tormoz yolu minik avtomobillərində az, yük avtomobilləri və avtobuslarda isə çox olur.

Sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin vəziyyətini də nəzərə alınmalıdır. Yəni, hərəkət sürəti seçərkən avtomobilin təzə və ya köhnə olmasını, köhnə olsa belə sükan idarəsinin, tormoz sisteminin, təkərlərinin, xarici işıq cihazlarının və hərəkətin təhlükəsizliyinə təsir edən digər qovşaqlarının sazlığını nəzərə almaq lazımdır.[4]

c) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin apardığı yükün xüsusiyyətini və vəziyyətini nəzərə alınmalıdır.

Sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin apardığı yükün xüsusiyyətini-konteyner, çəndəki maye, sınaq yük-şüşə və s. olmasını nəzərə alınmalıdır.

Yük avtomobilinin sürücüsü bilməlidir ki, iri çən avtomobilin ağırlıq mərkəzini yuxarıya qaldırmaqla onun dəyanətliyini pozur və döngələrdə aşma ehtimalını artırır. Minik avtomobilinin də yükü onun dəyanətliyini pozur və sürətli hərəkətinə maneə olur. Evakuatorun sürücüsü də bilməlidir ki, apardığı nasaz avtomobil evakuatorun ağırlıq mərkəzini yuxarıya qaldırmaqla onun dəyanətliyini pozur və döngələrdə aşma ehtimalını artırır. İri qabaritli yük daşıyarkən sürücü belə yükün idarəetməni çətinləşdirəcəyini nəzərə alınmalıdır.

Bunlardan başqa sürücü yükün vəziyyətini də nəzərə alınmalıdır. Yük avtomobilindəki çən tam doldurulmadıqda tormozlama vaxtı mayenin ətalətlə qabağa gəlməsi səbəbli tormoz yolunun artması, döngələrdə dönərkən mayenin yana doğru hərəkət etməsi səbəbli aşmağa meyilli olması sürət seçərkən nəzərə alınmalıdır.

d) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin hərəkət istiqamətindəki görmə ilə bərabər yol şəraitini nəzərə alınmalıdır:

Yol şəraiti çox geniş bir məfhumdur. Buraya yolun eni, hərəkət zolaqlarının sayı, həmin yol hissəsinin enişli-yoxuşlu, döngəli olması, yolun hansı örtüklü olması, hərəkət hissəsinin yaş və ya quru olması və s. daxildir. Yol enli və çoxzolaqlı olduqda yüksək sürətlə hərəkət etmək üçün imkan yaranır. Əksinə yol dar və hər istiqamətdə bir zolaq olduqda isə yüksək sürətlə hərəkət etmək təhlükəli olur. Çünki, qarşıda dayanan və ya aşağı sürətlə hərəkət edən nəqliyyat vasitəsi olduqda ya ötmək, ya da dayanmaq lazım gəlir. Düz quru, asfalt yolda hərəkət etdiyiniz sürətlə döngələri olan yaş yolda hərəkət etmək olmaz. Çünki, hərəkət hissəsi yaş olduqda təkərlərlə yer arasında olan ilişmə qüvvəsi azalır və sürüşmə ehtimalı da artır. Digər tərəfdən belə yolda döngədə mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri ilə avtomobil çox tez aşır. Ona görə də payız və yaz aylarında yağışlı havalarda dağlıq ərazilərdəki yollarda bu qaydaları nəzərə almayan sürücülər səbəbli yol-nəqliyyat hadisələrinin sayı artır.[5]

Nəticə. Sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən hərəkət istiqamətindəki görməni də nəzərə alınmalıdır. Belə ki, yerin relyefinin-enişin, yoxuşun, döngələrin, bundan başqa tikililərin, yaşıllıqların görünüşü mədudlaşdırması nəzərə alınmalıdır. Enişlərdə avtomobili aşağıya doğru itələyən əlavə qüvvə yarandıqından tormoz yolunun artması da nəzərə alınmalıdır.



Bu şəkillərdə yolun döngəli olması, yoxuş və yaşıllıqlar səbəbli hərəkət istiqamətindəki görünüşün məhdudlaşdığını görürsünüz. Belə yollarda sürücü qarşıda döngə olması səbəbli sürəti azaltmalı və qarşıdan gələn nəqliyyatı görməyi üçün ötmənin qadağan olunduğunu da yaddan çıxarmamalıdır. Sağdakı şəkildə qarşıda döngə və yoxuş olması səbəbli yol nişanı ilə 40 km/saat sürətlə təhlükəsiz hərəkət etməyin məsləhət görüldüyü göstərilib.



Bu şəkillərdəki yollarda isə hərəkət hissəsinin nahamar olması göstərilib. Hahamar yollarda yüksək sürətlə hərəkət edən sürücü yadda saxlamalıdır ki, avtomobilin təkərinin kiçik çalaya düşməsi belə onun yoldan çıxması ilə nəticələnə bilər.

a) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən idarə etdiyi nəqliyyat vasitəsinin hərəkəti istiqamətində görmə ilə bərabər meteoroloji şəraiti nəzərə almalıdır:

Günün qaranlıq vaxtlarında avtomobilin hərəkəti istiqamətində görmə şəraitinin pisləşməsini sürücü nəzərə almalıdır. Çünki, qaranlıq vaxtlarda yol işıqlandırılmadıqda və hərəkət hissəsi quru olduqda, avtomobilin faralarının növündən asılı olmayaraq uzaq işığın işıqlandırdığı məsafə maksimum 100 km/saat sürətlə, hərəkət hissəsi yaş olduqda isə maksimum 80 km/saat sürətlə təhlükəsiz hərəkət etməyə imkan verir. Qaranlıq vaxtlarda yol işıqlandırılmadıqda və hərəkət hissəsi quru olduqda avtomobilin faralarının yaxın işığın işıqlandırdığı məsafə isə maksimum 60 km/saat sürətlə təhlükəsiz hərəkət etməyə imkan verir. Bəzi sürücülər səhvən elə fikirləşirlər ki, gecə vaxtı yol boş olduğundan və hərəkətə nəzarət zəif olduğundan istənilən sürətlə hərəkət etməklə gecə vaxtı uzaq məsafəyə getmək daha əlverişlidir.



Dayanma yolu avtomobilin faralarının işıqlandırdığı məsafədən çoxdur Dayanma yolu avtomobilin faralarının işıqlandırdığı məsafədən azdır

Sürücünün qarşısına qəfil maneə çıxdıqda soldakı şəkildəki kimi dayanma yolu (dayanma yolu – sürücünün maneəni gördüyü andan avtomobilin tam dayandığı yerə qədər getdiyi yoldur və sürücünün reaksiya vaxtı getdiyi yolla tormoz yolunun cəmindən ibarətdir) avtomobilin faralarının işıqlandırdığı məsafədən çox olarsa qəzadan qaçmaq mümkün olmur. Sürücünün qarşısına qəfil maneə çıxdıqda sağdakı şəkildəki kimi dayanma yolu avtomobilin faralarının işıqlandırdığı məsafədən az olarsa hadisənin qarşısını almaq olur.

Sürücünün yollarda hərəkət vaxtı sürət seçərkən meteoroloji şəraiti nəzərə alması böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Meteoroloji şəraitin-yağış, qar, duman, tüstü, qum burulğanı və s. səbəbdən pisləşməsi təhlükə yaradır. Belə havada qarşıda yol sahəsində görünüşün məhdud olması səbəbli sürücü təhlükəni gec görür. Bundan başqa yağışlı, qarlı, dumanlı havalarda hərəkət hissəsinin yaşı olması səbəbli avtomobilin dayanma yolu da artır.



Belə yollarda sürücü elə sürət seçməlidir ki, dayanma yolu görünüş məsafəsindən az olsun. Əks halda qarşıya qəfil maneə çıxdıqda avtomobil qəzaya səbəb olacaq. Bu şəkillərdəki yollarda qar yağması səbəbli hava şəraitinin pisləşməsi göstərilib.

Meteoroloji şərait (yağış, qar, duman olduqda) pisləşdikdə görünüşün məhdudlaşmasından başqa, hərəkət hissəsi yaşı olduqda təkərlə yer arasında ilişmə qüvvəsinin azalması səbəbli avtomobilin tormoz yolu da artır.


Asfalt örtüklü yolda hərəkət hissəsi yaş olduqda, təkərlə hərəkət hissəsi arasındakı ilişmə qüvvəsinin azalması səbəbli 60 km/saat və 90 km/saat sürətlə hərəkət edən avtomobilin tormoz yolunun uzunluğunun artmasını bu rəqəmlərdən aydın görə bilərsiniz:


Tormoz yolunun uzunluğu		
Asfalt örtük	60 km/saat sürətdə	90 km/saat sürətdə
Quru örtük	18-20 m	40-45 m
Yaş yol	35-47 m	80-105 m
Oturmuş qar	47-70 m	105-160 m
Buzlu yol	140-180 m	315-400 m


Həm də sürücü nəzərə almalıdır ki, dayanma yolu tormoz yolu ilə reaksiya vaxtı gedilən yolun cəmindən ibarətdir. Sürücünün reaksiya vaxtı orta hesabla 1 saniyə olur. 60 km/saat sürətlə hərəkət edən avtomobil sürücünün reaksiya vaxtı təxminən 17 m yol gedir. 90 km/saat sürətlə hərəkət edən avtomobil isə sürücünün reaksiya vaxtı təxminən 25 m yol gedir. Deməli, dayanma yolu tormoz yolundan 60 km/saat sürətlə hərəkət vaxtı cədvəldə göstəriləndən 17 m, 90 km/saat sürətlə hərəkət vaxtı isə 25 m çox olur.

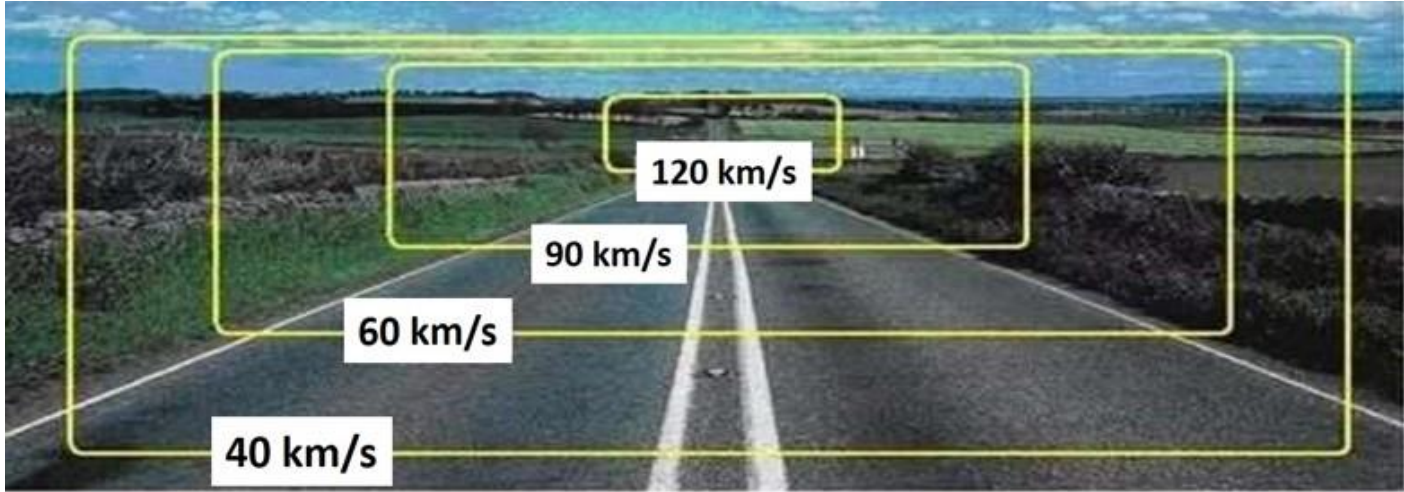
b) sürücü yollarda hərəkət sürəti seçərkən yolda müəyyən olunmuş sürət məhdudiyətini nəzərə almalıdır.

Yol hərəkət qaydaları ilə yaşayış məntəqələrində (müstəsna hallardan başqa 60 km/saat), yaşayış məntəqələrindən kənardakı (90 km/saat), avtomagistrallarda (110 km/saat) və yaşayış zonalarında (20 km/saat) maksimal sürət hədləri müəyyənləşdirilib. Hazırda qüvvədə olan “Yol hərəkəti haqqında” Qanun bütün hallarda yaşayış məntəqələrindən kənardakı yollarda və avtomagistrallarda göstərilən sürət həddindən artıq sürətlə hərəkət etməyi qadağan edir.

Lakin ölkəmizdə yaşayış məntəqələrindən kənardakı, avtomagistraldan başqa digər yollarda 3.24 “Maksimum sürətin məhdudlaşdırılması” nişanında 90-dan yuxarı rəqəm, məs: 100 yazılan  nişan vurmaqla maksimum sürət həddi 100 km/saata qədər artırılır.

Bundan başqa avtomagistrallarda 3.24 “Maksimum sürətin məhdudlaşdırılması” nişanında 110-dan yuxarı rəqəm, məs: 120 yazılan  nişan vurmaqla maksimum sürət həddi 120 km/saata qədər artırılır.

Bunlardan başqa yolun  müəyyən sahələrində nişanlarla da 3.24 “Maksimum sürətin məhdudlaşdırılması” və 4.7 “Minimal sürətin məhdudlaşdırılması” sürət məhdudiyətləri tətbiq edilə bilər.



Şekildən gördüyünüz kimi sürət artdıqca mərkəzi görmə sahəsinin azalması səbəbli sürücü qarşıdakı təhlükəni vaxtında görə bilmir və bu yol-nəqliyyat hadisəsinə səbəb olur.

Sürücü hərəkət üçün təhlükə yarandığını gördükdə, nəqliyyat vasitəsinin sürətini tam dayanma həddinə qədər azaltmaq üçün mümkün olan tədbirləri görməlidir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. <https://www.who.int/news/item/15-05-2023-transport-systems-need-to-be-made-safe--healthy-and-sustainable>
2. <https://e-qanun.az/framework/3423>
3. Wallén Warner, H. (2006). Factors Influencing Drivers' Speeding Behaviour (PhD dissertation, Acta Universitatis Upsaliensis). Retrieved from <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-7308>
4. Balamurugan Shandhana Rashmi, Sankaran Marisamynathan, Investigating the contributory factors influencing speeding behavior among long-haul truck drivers traveling across India: Insights from binary logit and machine learning techniques, International Journal of Transportation Science and Technology, 2024,
5. Liang Z, Xiao Y. Analysis of factors influencing expressway speeding behavior in China. PLoS One. 2020 Sep 28;15(9):e0238359. doi: 10.1371/journal.pone.0238359. PMID: 32986731; PMCID: PMC7521774.

**“HAMARLIQ GÖSTƏRICİLƏRİ” 2ⁿ SAYDA OLAN ÜMUMİLƏŞMİŞ SOBOLEV –
MORRİ FƏZASI**

**A GENERALIZED SOBOLEV-MORREY SPACE WITH A NUMBER OF “SMOOTHNESS
INDICES 2”**

Rovshan BABAYEV

Riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru. Mingeçevir Dövlət Universiteti

Mingəçevir / Azərbaycan

ORCID ID: 0009-0009-7473-6575

XÜLASƏ

Məqalədə “hamarlıq göstəriciləri” 2ⁿ sayda olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri fəzası daxil edilir və inteqral göstəriləsi üsulu ilə həmin fəzalardan olan funksiyalar üçün interpolasiya tipli teorem isbat olunur. Başqa sözlə bu fəzaların kəsişməsi daxil olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələri üçün daxil olma teoremi isbat olunur. Həmçinin bu fəzaların kəsişməsi daxil olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələrinin L_q fəzasında verilən metrika mənada Hölder bərabərsizliyi isbat olunur.

Açar sözlər: ümumiləşmiş Sobolev-Morri tipli fəza, inteqral göstəriləsi, ümumiləşmiş Hölder şərti.

SUMMARY

The article includes a generalized Sobolev-Morrey space with a number of “smoothness indices” 2ⁿ and proves an interpolation-type theorem for functions from these spaces using the integral notation method. In other words, the inclusion theorem has been proven for generalized mixed derivatives of functions involving the intersection of these spaces. Also, Hölder’s inequality is proved in the metric sense, defined in the space L_q of generalized mixed derivatives of functions involving the intersection of these spaces.

Key words: generalized Sobolev-Morrey type space, integral representation, generalized Holder condition.

Bu məqalədə əvvəlcə “hamarlıq göstəriciləri” 2ⁿ sayda olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri

$$\bigcap_{i=1}^{2^n} L_{p^i, \varphi, \beta}^{<l^i>} (G)$$

(2.0.2)

fəzası daxil edilir. Sonra isə inteqral göstəriləsi üsulu ilə bu fəzalardan olan funksiyaların ümumiləşmiş qarışıq törəmələri üçün Sobolev tipli bərabərsizliklər isbat olunur.

Tərif 1. $G \subset R^n$ oblastında təyin olunmuş, lokal cəmlənən, ümumiləşmiş $D^l f$ ($i = 1, 2, \dots, 2^n$) qarışıq törəmələrə malik olan və aşağıdakı kimi

$$\|f\|_{\bigcap_{i=1}^{2^n} L_{p^i, \varphi, \beta}^{\langle l^i \rangle}(G)} = \sum_{i=1}^{2^n} \|D^{l^i} f\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \quad (2.1.1)$$

sonlu norması olan f funksiyalar çoxluğuna qarışıq törəmələri dominant olan ümumiləşmiş Sobolev-Morri

$$\bigcap_{i=1}^{2^n} L_{p^i, \varphi, \beta}^{\langle l^i \rangle}(G)$$

fəzası deyilir. Burada

$$\|f\|_{p^i, \varphi, \beta, G} = \|f\|_{L_{p^i, \varphi, \beta}(G)} = \sup_{\substack{x \in G, \\ t_j > 0, \\ j=1, 2, \dots, n}} \left(\prod_{j=1}^n (\varphi_j([t_j]_1))^{-\beta_j} \|f\|_{p^i, G_{\varphi(t)}(x)} \right), \quad (2.1.2)$$

$1 \leq p^i < \infty$, $l^i = (l_1^i, l_2^i, \dots, l_n^i)$, $i = 1, 2, \dots, 2^n$, $e_n = \{1, 2, \dots, n\}$, $e^i \subseteq e_n$ (bütün mümkün olan e^i vektorların sayı 2^n -dir), $l_j^i \in \mathbb{N}$, $j \in e^i$, $l_j^i \in \mathbb{N}_0$, $j \in e_n \setminus e^i$; $\beta_j \in [0, 1]$, $j \in e_n$; $\varphi(t) = (\varphi_1(t_1), \varphi_2(t_2), \dots, \varphi_n(t_n))$ vektor-funksiyaları Lebeq mənada cəmlənən funksiyalardır, $\varphi_j(t_j) > 0$ ($t_j > 0$), $\lim_{t_j \rightarrow +0} \varphi_j(t_j) = 0$, $\lim_{t_j \rightarrow +\infty} \varphi_j(t_j) = K_j$, $0 < K_j \leq \infty$, $[t_j]_1 = \min\{1, t_j\}$,

$j \in e_n$ və istənilən $x \in \mathbb{R}^n$ üçün

$$G_{\varphi(t)}(x) = G \cap I_{\varphi(t)}(x) = G \cap \left\{ y : |y_j - x_j| < \frac{1}{2} \varphi_j(t_j), j \in e_n \right\}.$$

Lemma 1. Tutaq ki, $1 \leq p^i \leq p \leq r \leq \infty$; $0 < \eta_j$, $t_j < T_j \leq 1$ ($j \in e_n$), $\nu = (\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_j)$, $\nu_j \geq 0$ ($j \in e_n$) tamdırlar və $\Phi \in L_{p, \varphi, \beta}(G)$

$$\varepsilon_j = l_j^i - \nu_j - (1 - \beta_j p) \left(\frac{1}{p^i} \right)$$

$$\begin{aligned} F_\eta^i(x) &= \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - 1 - \nu_j} \int_0^{\eta_j} L_i(x; t, T) \times \\ &\times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} \varphi_j'(t_j) dt^i, \end{aligned} \quad (2.2.1)$$

$$F_{\eta,T}^i(x) = \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - 1} \int_{\eta^i}^{T^i} L_i(x;t,T) \times \\ \times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} \varphi_j'(t_j) dt^i. \quad (2.2.2)$$

burada

$$L_i(x;t,T) = \int_{R^n} R \left(\frac{y}{\varphi((t+T)^i)}, \frac{\rho(\varphi(t+T)^i, x)}{\varphi((t+T)^i)}, \rho'(\varphi((t+T)^i), x) \right) \Phi(x, y) dy. \quad (2.2.3)$$

Onda, istenilən $\bar{x} \in U$ üçün aşağıdakı bərabərsizliklər doğrudur

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta}^i\|_{q, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \times \\ \times \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - (1 - \beta_j p^i) \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{p} \right)} \prod_{j \in e_n} (\psi_j([\xi_j]_1))^{l_j^i - \nu_j - 2} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(\eta_j))^{\varepsilon_j^i} \quad (\varepsilon_j^i > 0) \quad (2.2.4)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta,T}^i\|_{q, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_2 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \times \\ \times \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^i - \nu_j - (1 - \beta_j p^i) \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{p} \right)} \prod_{j \in e_n} (\psi_j([\xi_j]_1))^{l_j^i - \nu_j - 2} \times \\ \times \begin{cases} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(T_j))^{\varepsilon_j^i}, & \varepsilon_j^i > 0 \quad \text{olduqda,} \\ \prod_{j \in e^i} \ln \frac{\varphi_j(T_j)}{\varphi_j(\eta_j)}, & \varepsilon_j^i = 0 \quad \text{olduqda,} \\ \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(\eta_j))^{\varepsilon_j^i}, & \varepsilon_j^i < 0 \quad \text{olduqda.} \end{cases} \quad (2.2.5)$$

burada

$$U_{\psi(\xi)}(\bar{x}) = \left\{ x : |x_i - \bar{x}_j| < \frac{1}{2} \psi_j(\xi_j), \quad j = e_n \right\}, \quad \psi \in N;$$

C_1 və C_2 sabitləri φ , ξ , η T -dən asılı olmayan müsbət ədədlərdir.

Lemma 1-in isbatı: İstenilən $\bar{x} \in U$ üçün ümumiləşmiş Minkovski bərabərsizliyini tətbiq edərək

$$\begin{aligned} \|F_\eta^i\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} &\leq \prod_{j \in e_n \setminus e^i} (\varphi_j(T_j))^{l_j^{i-v_j-1}} \int_0^{T^i} \|L_i(\cdot, t, T)\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \times \\ &\times \prod_{j \in e^i} (\varphi_j(t_j))^{l_j^{i-v_j-2}} \prod_{j \in e^i} (\varphi_j'(t)) dt^i \end{aligned} \quad (1.2.6)$$

alırıq.

Aydındır ki, $p \leq r$ üçün Hölder bərabərsizliyinə görə

$$\|L_i(\cdot, t, T)\|_{p, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \leq \|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \prod_{j=1}^n (\psi_j(\xi))^{p \frac{1}{r}} \quad (2.2.7)$$

yaza bilərik. İndi isə $\|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})}$ normasını qiymətləndirək.

Fərz edək ki, χ funksiyası $S(R)$ çoxluğunun xarakteristik funksiyasıdır. $R(x, y, z)$ funksiyası isə istənilən $(y, z) \in R^n \times R^n$ üçün sanki hər yerdə $|R(x, y, z)| \leq C |R_1(x)|$ şərtini ödəyir və $R_1 \in C_0^\infty(R^n)$ olduğunu fərz edək. (2.2.3)-də verilən inteqralaltı funksiyamı $1 \leq p^i \leq r \leq \infty$, $s \leq r$ şərti daxilində

$$|R\Phi| = (|\Phi|^{p^i} |R|^s)^{\frac{1}{r}} (|\Phi|^{p^i} \chi)^{\frac{1}{p^i} \frac{1}{r}} (|R|^s)^{\frac{1}{s} \frac{1}{r}}$$

şəklində göstərək və $|L_i|$ ifadəsini Hölder bərabərsizliyini tətbiq edərək

$$\left(\frac{1}{r} + \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{r}\right) + \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{r}\right)\right) = 1$$

$$\begin{aligned} &\|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_\psi(\xi)(\bar{x})} \leq \\ &\leq \sup_{x \in U_\psi(\xi)(\bar{x})} \left(\int_{R^n} |\Phi(x+y)|^{p^i} \chi\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) dy \right)^{\frac{1}{p^i} \frac{1}{r}} \times \\ &\times \sup_{x \in V} \left(\int_{U_\psi(\xi)(\bar{x})} |\Phi(x+y)|^{p^i} dx \right)^{\frac{1}{r}} \times \left(\int_{R^n} \left| R_1\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) \right|^s dy \right)^{\frac{1}{s}}. \end{aligned} \quad (2.2.8)$$

alırıq.

İstənilən $x \in U$ üçün

$$\begin{aligned} \int_{R^n} |\Phi(x+y)|^{p^i} \chi\left(\frac{y}{\varphi(t)}\right) dy &\leq \int_{(U+V)_{\varphi(t)}(\bar{x})} |\Phi(y)|^{p^i} dy \leq \\ &\leq \int_{G_{\varphi(t)}(\bar{x})} |\Phi(y)|^{p^i} dy \leq \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t))^{\beta_j p^i}. \end{aligned} \quad (2.2.9)$$

İstənilən $y \in V$ üçün

$$\begin{aligned} \int_{U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} |\Phi(x+y)|^{p^i} dx &\leq \int_{U_{\psi(\xi)}(\bar{x}+y)} |\Phi(x)|^{p^i} dx \leq \\ &\leq \|\Phi\|_{p^i, \psi, \beta; U}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi]_1))^{\beta_j p^i} \leq \\ &\leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi]_1))^{\beta_j p^i} \quad (U_{\psi(\xi)}(x) \subset G_{\varphi(\xi)}(x)), \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

$$\int_{R^n} \left| R_1 \left(\frac{y}{\varphi(t)} \right) \right|^s dy = \|R_1\|_s^s \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t_j)). \quad (2.2.11)$$

(2.2.9)-(2.2.11) bərabərsizliklərini (2.2.8)-də nəzərə alaraq

$$\begin{aligned} \|L_i(\cdot, t, T)\|_{r, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} &\leq \|R_1\|_s \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \times \\ &\times \prod_{j=1}^n (\varphi_j(t_j))^{\frac{1}{s} + \beta_j p^i \left(\frac{1}{p^i} - \frac{1}{r} \right)} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi]_1))^{\frac{\beta_j p^i}{r}} \end{aligned} \quad (2.2.12)$$

bərabərsizliyini alırıq.

(2.2.6), (2.2.7) bərabərsizliklərini və $r = p$ olduqda (2.2.12) bərabərsizliyində nəzərə alsaq

$$\|F_\eta^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} |Q_\eta^i| \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}. \quad (2.2.13)$$

qiymətləndirilməsini alırıq.

Analoji qaydada (2.2.5) bərabərsizliyi də isbat olunur.

(2.2.12), (2.2.13) və (2.2.5) bərabərsizlikdən $\forall \bar{x} \in U$ üçün aşağıdakı bərabərsizlikləri alırıq.

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|L_i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_3 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}^{p^i} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}, \quad (2.2.14)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta}^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_4 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}, \quad (2.2.15)$$

$$\sup_{\bar{x} \in U} \|F_{\eta, T}^i\|_{p, U_{\psi(\xi)}(\bar{x})} \leq C_5 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G} \prod_{j=1}^n (\psi_j([\xi_j]_1))^{\beta_j \frac{p^i}{p}}. \quad (2.2.16)$$

(2.2.14)-(2.2.16) bərabərsizliklərindən isə

$$\|L_i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_1 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}. \quad (2.2.17)$$

$$\|F_{\eta}^i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_2 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}. \quad (2.2.18)$$

$$\|F_{\eta, T}^i\|_{p, \psi, \beta_1; U} \leq C'_3 \|\Phi\|_{p^i, \varphi, \beta; G}. \quad (2.2.19)$$

bərabərsizliklərini alırıq. C'_1, C'_2, C'_3 sabitləri Φ -dən asılı olmayan müsbət ədədlərdir.

Beləliklə, Lemma 1 isbat olundu.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Najafov, A.M., Babayev, R.F. On embedding of grand grand Sobolev-Morrey spaces with dominant mixed derivatives. //Tbilisi Math. Jour., -2020. -p.1-10, doi:10.32513/Tbilisi /1585015215
2. Najafov A.M., Babayev R.F. On some differential properties of grand Sobolev-Morrey spaces of fractional order, Uzb. Math. Jour. v.65, issue 2, 2021, p.128-139I.Ross, A. Morrey – Nikolskii inequality, Proc. Amer. Math. Soe., 78, 1980, 97-102.
3. Y.Sawano, Identification of the image of Morrey spaces by the fractional integral operators, Proc. A. Razmadze Math. Inst., 149, 2009, 87-93.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASINDA YAŞIL İQTİSADİYYATIN İLKİN İNKİŞAF
İSTİQAMƏTLƏRİ**

**INITIAL DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF GREEN ECONOMY IN THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN**

Liliya Çingiz qızı Süleymanova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID:0000-0002-8884-3947

Sveta Xalid qızı Bəkirova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID: 0009-0003-1606-1764

Xülasə

Elektrik enerjisi bəşəriyyət üçün həyati əhəmiyyət kəsb edən bir sektordur, buna görə də onun istehsalı daim artır. Bununla belə, qlobal istiləşməyə səbəb olan amillərdən biri olan CO₂ emissiyaları istehsal edir. Bu problemdən xəbərdar olan və 2050-ci ilə qədər sıfır istixana qazı emissiyasına nail olmaq üçün bir çox ölkələr bərpa olunan enerjilərə, xüsusən də elektrik enerjisinin ən az çirkləndirici mənbəyi hesab edilən külək enerjisinə keçmək qərarına gəlirlər. Bu məqalənin məqsədi dünyada külək enerjisinin inkişafının kəmiyyət və keyfiyyətə tədqiqini vermək, onun son onillikdə təkamülünü, regionlar və aparıcı ölkələr üzrə paylanmasını və qlobal elektrik enerjisi kompleksində payını qiymətləndirməkdən ibarətdir. Əsas diqqət onun elektrik enerjisinin muxtariyyətinə, iş yerlərinin yaradılmasına və karbon qazı emissiyalarının azaldılmasına təsirinə, eləcə də 2050-ci ilə qədər perspektivlərinə yönəlib. Məqalədə Azərbaycan Respublikasının enerji, “yaşıl iqtisadiyyat”ın perspektiv inkişaf istiqamətləri və ekoloji siyasəti, alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üzrə milli strategiyanın həyata keçirilməsi haqqında məlumatlar ümumiləşdirilmişdir. Günəş enerjisi, külək və hidroenergetika, geotermal enerji və biokütlə enerjisi istehsalının inkişafı üçün Azərbaycanın ən perspektivli sahələrini göstərən alternativ enerjinin inkişafı imkanları, su ehtiyatlarından səmərəsiz istifadə, ənənəvi, alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin ehtiyatları haqqında məlumat verir.

Açar sözlər: yaşıl iqtisadiyyat, davamlı inkişaf, enerji, enerji səmərəliliyi, istixana, bərpa olunan enerji mənbələri.

ABSTRACT

Electricity is a vital sector for humanity, so its production is constantly increasing. However, it produces CO₂ emissions, one of the factors causing global warming. Aware of this problem and in order to achieve zero greenhouse gas emissions by 2050, many countries have decided to switch to renewable energies, especially wind power, which is considered the least polluting source of electricity. The purpose of this article is to provide a quantitative and qualitative study of the development of wind energy in the world, to assess its evolution in the last decade, its distribution by regions and leading countries, and its share in the global electricity complex. The focus is on its impact on electricity autonomy, job creation and carbon emissions reduction, as well as its prospects for 2050. The article summarizes the information on the implementation of the national strategy on energy, "green economy" perspective development and environmental policy of the Republic of Azerbaijan, and the use of alternative and renewable energy sources; opportunities for the development of alternative energy showing the most promising areas of Azerbaijan for the development of solar energy, wind and hydropower, geothermal energy and biomass energy production; inefficient use of water resources; provides information on reserves of traditional, alternative and renewable energy sources.

Keywords: green economy, sustainable development; energy, energy efficiency, greenhouse, renewable energy sources.

Son illər Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerjinin inkişafı sahəsində mövcud potensialın öyrənilməsi istiqamətində çoxsaylı tədqiqatlar aparılmışdır. Tədqiqatlar nəticəsində respublikada böyük külək, günəş və su elektrik potensialının, bioqaz və istilik enerjisi ehtiyatlarının mövcudluğu aşkar edilmişdir. Ümumiyyətlə, Azərbaycanda alternativ və bərpa olunan enerji infrastrukturunun inkişafı imkanlarının səviyyəsini Danimarka və Almaniya kimi ölkələrlə müqayisə etmək olar (cədvəl 1).

Cədvəl 1

Azərbaycan Respublikasında ənənəvi, alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin ehtiyatları

Enerji ehtiyatlarının adı	Vahid	Məkan	Kəmiyyət
Yağ	ton	Xəzər dənizi, Abşeron yarımadası	>1,2 milyard
Təbii qaz	m	Xəzər dənizi, Abşeron yarımadası	> 2 trilyon
Qəhvəyi kömür	ton	Alazan-Ayrıçayskaya	20-25 milyon
Qeyri-ənənəvi enerji mənbələri			
Külək	milyard kVt	Ölkə ərazisi	> 2,5 ÷ ildə 4
Böyük su elektrik stansiyaları	milyard kVt	Ölkə ərazisi	ildə 2,5 ÷ 3
Kiçik su elektrik stansiyaları	milyard kVt	Ölkə ərazisi	ildə 2,5 ÷ 3
Günəş enerjisi	ton	Ölkə ərazisi	100 min ton neftin daha çoxuna bərabərdir

Azərbaycanın iqlim şəraiti günəş enerjisindən istifadə etməklə elektrik enerjisi istehsalına imkan verir. Əgər Rusiyada günəşli saatların sayı ildə 500-2000 saat təşkil edirsə, Azərbaycanda 2000-2800 saatdır [2]. Günəş enerjisindən istifadə Azərbaycanın müəyyən bölgələrində enerji təchizatı ilə bağlı problemlərin həllinə kömək edə bilər. Dünyanın bəzi inkişaf etmiş ölkələri son illərdə fotovoltaiq proqramları (PVP - günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üçün fətohəssas elementlərdən istifadə etməklə elektrik enerjisi əldə etmək üsulu) geniş şəkildə həyata keçirməyə başlayıblar. Azərbaycanın bu proqramlardan istifadə etməsi də aktualdır. Məlumdur ki, günəş qurğularının səmərəliliyi iqlim şəraitindən və ölkənin coğrafi yerindən asılıdır. Azərbaycanda illik günəş enerjisi radiasiyası 1500-2000 kVt/m² təşkil edir. Yerli və beynəlxalq ekspertlərin fikrincə, Azərbaycan Respublikasında “yaşıl iqtisadiyyat”ın inkişafı üçün ən perspektivli sahələr enerji, nəqliyyat və kənd təsərrüfatıdır [3].

Üfüqi və normal düz səthlərdə günəş radiasiyasının intensivliyinin maksimal dəyərləri yayda əldə edilir və Respublikanın müxtəlif bölgələrində bir qədər fərqlənir. Pirallahı adasında Abşeron yarımadasının yaxınlığında, Mingəçevirdə (şimal-şərq) və Ermənistan və İran arasında Naxçıvan anklavı.

Qiymətinə, ekoloji cəhətdən təmizliyinə və ehtiyatlarının tükənməzliyinə görə külək enerjisi günəş, su, geotermal enerji və biokütlədən istifadədən üstündür. Araşdırmalar göstərir ki, Azərbaycanın bir çox regionları külək turbinlərindən istifadə üçün böyük potensiala malikdir. Hesablamalara görə, ölkənin illik külək enerjisi potensialı 800 MVt təşkil edir. Təxmini hesablamalar bu rəqəmi 2,4 milyard kVt elektrik enerjisinə bərabərləşdirir. Belə güclü potensialdan istifadə 1 milyon standart yanacağa qənaət edər və daha çoxunun atmosferə buraxılmasının qarşısını alır. Uzunmüddətli müşahidələr nəticəsində məlum olub ki, Abşeron yarımadasında, sahil zolağında və Xəzər dənizinin şimal-şərq adalarında respublikanın zəruri şəraiti hökm sürür. Uzunmüddətli küləklərin orta sürəti saniyədə 6 m-dən artıqdır ki, bu da külək enerjisindən istifadə üçün əlverişli amildir. Naxçıvan Muxtar Respublikasının Gəncə-Daşkəsən zonasında və Şərur-Culfa ərazisində küləyin orta illik sürəti saniyədə 3-5 metr təşkil edir, orta gücə malik külək turbinlərindən istifadə üçün əlverişli şərait vardır. Uzunmüddətli müşahidələr nəticəsində məlum olub ki, Abşeron yarımadasında, Xəzər dənizinsahil zolağında və şimal-şərq adalarında ölkə üçün lazımi şərait hökm sürür [4]. Uzunmüddətli küləklərin orta sürəti saniyədə 6 m-dən artıqdır ki, bu da külək enerjisindən istifadə üçün əlverişli amildir. Gəncədə, Daşkəsən zonasında və Naxçıvan Muxtar Respublikasının Şərur-Culfa ərazisində küləyin orta illik sürəti saniyədə 3-5 m təşkil edir, orta güclü külək turbinlərindən istifadə üçün əlverişli şərait vardır. Ölkənin aşağıdakı regionları külək enerjisindən istifadə üçün perspektivli hesab olunur.

1. Bakı, Sumqayıt və Abşeron yarımadası yaxınlıqdakı adalar. Güclü külək gücünə görə burada enerji potensialı 1500 MVt qiymətləndirilir;
2. Xəzər dənizi zonası və Kürün sağ sahili: potensial 500 MVt qiymətləndirilir;
3. Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisi, Zəngəzurun ayrı-ayrı zonaları daxil olmaqla potensial 70 MVt olaraq qiymətləndirilir. Azərbaycanda külək enerjisindən istifadənin uzunmüddətli proqnozuna dair məlumatlar cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2

Azərbaycan Respublikasında külək enerjisindən istifadənin uzunmüddətli proqnozu

İl	2005	2010	2015	2020	2025
CO2 azaldılması, min ton	150	300	400	500	600
Külək enerjisi istehsalı milyon kVt·san	163	325	434	542	651
Mazuta qənaət, min ton	49	98	130	163	195

Hidroenergetika Azərbaycanda əsas bərpa olunan enerji mənbəyidir. 2010-cu ildə elektrik enerjisi istehsalının 18%-i hidroenergetikanın payına düşüb. Ümumilikdə Azərbaycanda 1000 MVt işləyən su elektrik enerjisi gücü, tikinti mərhələsində isə 62 MVt su enerjisi gücü var. Kür çayı üzərində qurulmuş gücü 402 MVt olan ölkənin ən böyük su elektrik stansiyası Mingəçevir SES tikilmişdir. Bundan əlavə, hazırda Azərbaycanda Kürdə gücü 100 MVt-dan çox olan daha üç su elektrik stansiyası var. Azərbaycanın su ehtiyatlarına çoxsaylı qolları ilə Kürün aşağı axarları; sərhədboyu axan Araks çayı (Kürün qolu) və Xəzər dənizinə axan kiçik çaylar qrupu daxildir. Ölkədə hələ də işlənməmiş bəzi hidroelektrik potensialı var. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, Azərbaycan çaylarının ümumi texniki hidroenergetika potensialı 40 TVt/saatdır. Bununla belə, 2012-ci ilin iyun ayında araşdırma qrupunun nəticələrinə əsasən, iqtisadi cəhətdən mümkün potensial 1 TVt-dan azdır, kiçik su elektrik

stansiyalarının tikintisi ilə həyata keçirilir. “Azərenerji”nin məlumatına görə, bu, 400 MVt quraşdırılmış gücə bərabərdir.

Su elektrik stansiyaları sel sularının tənzimlənməsi, təmiz elektrik enerjisi istehsalı və yeni suvarma sistemlərinin yaradılması üçün də respublikanın xalq təsərrüfatı üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yaxın vaxtlarda 61 kiçik su elektrik stansiyasının tikintisi nəzərdə tutulur. Kiçik su elektrik stansiyaları çox vaxt elektrik xətlərindən və vahid enerji sisteminin yarımstansiyalarından uzaqda yerləşən yaşayış məntəqələrində yerləşir. Belə bir şəraitdə kiçik su elektrik stansiyaları yerli elektrik enerjisinə olan tələbatın ödənilməsinə və müvafiq olaraq bir sıra digər sosial problemlərin də ödənilməsinə təmin edir.

Sənaye istehsalının, kənd təsərrüfatının və sosial xidmətlərin inkişafı sayəsində Azərbaycan biokütlədən enerji istehsalı üçün yeni imkanlar açır. Ölkədə aşağıdakı biokütlə mənbələri var:

Yanar sənaye tullantıları; meşə və ağac tullantıları; kənd təsərrüfatı məhsulları və üzvi tullantılar; məişət və məişət tullantıları; habelə neft və neft məhsulları ilə çirklənmiş rayonların tullantıları.

Bütün bu mənbələr enerji istehsalı üçün istifadə edilə bilər. Azərbaycanda hər il 2 milyon ton bərk məişət və sənaye tullantıları istehsal olunur. Bərk məişət və sənaye tullantılarının təkrar emalı böyük sənaye şəhərlərində ictimai binaların qızdırılmasına çevrilə bilər. Hazırda Azərbaycanda ümumi sahəsi 900 hektar olan 200-dən çox tullantı poliqonu fəaliyyət göstərir. İri şəhərlərin zibilxanalarından atmosfərə atılan metanın həcmi Bakıda 42,8 milyon m³, olduğu təxmin edilir. Gəncədə 7,2 milyon m³, Sumqayıtda 6,9 milyon m³və s. Bu poliqonların bazasında elektrik enerjisi istehsal edən kiçik istilik elektrik stansiyaları tikilə bilər. Bununla belə, respublikada biokütlədən istifadə etməklə çox az sayda layihələr həyata keçirilir.

Azərbaycan ərazisi termal sularla zəngindir, ehtiyatları Böyük və Kiçik Qafqazda, Abşeron yarımadasında, Talış dağlarının yamaclarında, Kür çayı vadisində və Xəzər-Quba bölgəsində yerləşir. Lənkəran, Masallı və Astara rayonlarında bulaqların məhsuldarlığı gündə təxminən 25 000 m³ qiymətləndirilir. Quyu ağzında temperatur təxminən 40°C-dir və su saniyədə 40 litr sürətlə axır. Qeyd olunan ərazilərdə termal sulardan istifadə məişətdə və digər sahələrdə istilik enerjisinə olan tələbatın bir hissəsini qismən ödəyəcək. Bu gün Azərbaycanda geotermal enerji tamamilə istilik istehsalı üçün istifadə olunur, elektrik enerjisi istehsalı üçün geotermal elektrik stansiyaları yoxdur. Termal sulardan Lənkəranda, Kür, Gəncə və Yalama-Xudat çay vadisində istixanaların qızdırılması üçün istifadə olunur.

Beləliklə, Azərbaycanda alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialı kifayət qədər böyükdür. RES-ə (Respublika Elektrik Stansiyaları) əsaslanan texnologiyalardan istifadə edən stansiyaların tikintisi və istismarı hələ də ənənəvi istilik elektrik stansiyalarından baha başa gəlir. RES layihələrinin müxtəlif mənbələrdən maliyyələşdirilməsi irimiqyaslı layihələrə diqqət yetirməkdə davam edir. Daha kiçik, daha müxtəlif və daha sərfəli layihələri dəstəkləmək üçün özəl maliyyənin böyük rolu var, lakin maliyyələşdirmə şərtləri ümumiyyətlə əlverişsizdir.

Enerji sektorunda “yaşıl iqtisadiyyat”ın qlobal tendensiyası iqtisadiyyatın bütün sahələrində enerji səmərəliliyinin artırılması və bərpa olunan enerjinin inkişafıdır. Elektrik enerjisi sənayesində köhnəlmiş avadanlığın sıradan çıxarılması, onların yeni, yüksək səmərəli avadanlıqlarla əvəz edilməsi, yüksək və aşağı gücə malik elektrik stansiyalarının tikilib istifadəyə verilməsi, yeni yarımstansiyaların və elektrik ötürücü xətlərin çəkilməsi, elektrik enerjisinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi yolu ilə enerjiyə qənaətə nail olmaq olar. Təxmini hesablamalar göstərir ki, Azərbaycan Respublikasında enerji istehlakının həcmi 20-25% azaltmaq olar.

Azərbaycanda CO₂ emissiyalarının əsas mənbələri enerji və sənaye sektorlarıdır. Enerji sektorunda CO₂ emissiyaları enerji istehsalı, neft və qaz hasilatı zamanı yanacaqın yanması nəticəsində yaranır. Nəqliyyat və məskunlaşan ərazilər də emissiya mənbəyidir. Sənaye istehsalı və sənaye materiallarının istifadəsi sektorunda CO₂ emissiyalarının ən böyük mənbələri mineral materialların istehsalı və metallurgiya sənayesidir. Azərbaycanın istixana qazı emissiyalarının daha əhəmiyyətli dərəcədə azaldılması potensialı var. Elektrik enerjisinin digər enerji mənbələri, xüsusilə də alternativ enerji mənbələri ilə əvəz edilməsi emissiyaların əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasını təmin edə bilər.

Ölkədə alternativ və bərpa olunan enerji sahəsində idarəetmə sisteminin təkmilləşdirilməsi məqsədilə dövlət başçısının Sərəncamına uyğun olaraq 2013-cü ildə Azərbaycan Respublikasının Alternativ və Bərpa Olunan Mənbələr üzrə Dövlət Agentliyi yaradılıb. Hazırda respublikada “Azərbaycan Respublikasında alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üzrə Milli Strategiya” həyata keçirilir. 2009-cu ildən Azərbaycan Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Agentliyinin (IRENA) üzvüdür. Azərbaycan Respublikasında 2012-2025-ci illər üçün alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üzrə Milli Strategiyada alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrinin ümumi enerji istehsalında xüsusi çəkisinin 20 faizə çatdırılması qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

Nəzərə almaq lazımdır ki, mövcud iqtisadi şərait alternativ enerji istehsalçıları və ya istehlakçıları üçün əlverişsizdir. RES texnologiyalarına əsaslanan stansiyaların tikintisi və istismarı ənənəvi istilik elektrik stansiyaları ilə müqayisədə hələ də baha başa gəlir. Maliyyə institutları tərəfindən bərpa olunan enerji layihələrinin maliyyələşdirilməsi hələ də irimiqyaslı layihələrlə məhdudlaşır. Daha kiçik, daha müxtəlif və daha sərfəli layihələr üçün özəl maliyyələşdirməyə güclü diqqət yetirilir, lakin maliyyələşdirmə şərtləri ümumiyyətlə əlverişsizdir. Külək stansiyaları və kiçik su elektrik stansiyaları üçün xüsusi alışı tarifləri var, lakin onlar bu sektora investisiya cəlb etmək üçün çox aşağı hesab olunur. Bundan əlavə, bu mexanizm bərpa olunan enerji mənbələrinə əsaslanan digər texnologiyalar növlərinə şamil edilmir. Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəyə mane olan mövcud tənzimləmə bazasında mövcud çatışmazlıqlar və boşluqlar, milli strategiyanın təmin etdiyi hüquqi baza sayəsində həll edilə bilər.

Dünyada elektrik enerjisinə tələbat dünya əhalisinin artması, 7,8 milyardı ötməsi, güclü qlobal iqtisadi artım, sənayedə, nəqliyyatda və elektrik enerjisi tələb edən digər sahələrdə texnoloji tərəqqi səbəbindən elektrik enerjisinə dünya tələbatı artmaqda davam edir. Bu artım əsasən Çin və Hindistan, ardınca isə ABŞ və Avropanın payına düşür. Qeyd etmək lazımdır ki, dünya əhalisinin 772 milyonu, o cümlədən 600 milyonu Afrikada hələ də elektrik enerjisindən istifadə edə bilmir [1].

Son on ildə külək tutumu sürətlə artıb, çünki o, təmiz, rəqabətədavamlı qiymətə malikdir və qlobal elektrik tələbatını xeyli üstələyən çox böyük istifadə olunmamış potensiala malikdir. Elektrik enerjisi təchizatının təhlükəsizliyinə təsirlər Külək enerjisinin elektrik şəbəkələrinə inteqrasiyası qlobal elektrik enerjisi istehsalının təxminən 6%-ni istehsal etməyə imkan verib və bu göstəriciyə yaxınlaşmağa imkan verib. Bu ölkələrin mütərəqqi enerji muxtariyyəti və dünya əhalisinin elektrik enerjisinə daha çox çıxış əldə etməsinə və onların elektrik ehtiyaclarını ödəməsinə töhfə verir. Sosial təsirlər, bərpa olunan enerji sektoru, xüsusilə külək enerjisi, qalıq yanacaq sektorundan 2-5 dəfə çox iş yeri yaradır.

NƏTİCƏ. Həm quruda, həm də xüsusilə dənizdə külək enerjisi potensialı dünyanın elektrik enerjisinə olan tələbatını xeyli üstələyir və qalıq yanacaqları əvəz edir. Külək enerjisi bərpa olunan enerjinin ən təmiz, ən rəqabətli və ən zəngin mənbələrindən birinə çevrilmişdir. O, CO₂-ni azaltmaqla ölkələrin elektrik enerjisinin muxtariyyətini, yeni iş yerlərinin yaradılmasını və ətraf mühitin mühafizəsini əhəmiyyətli dərəcədə artırmaqla bilər. Əslində, son 10 il ərzində qlobal külək tutumu dörd dəfə artmış, yaradılan iş yerlərinin sayı demək olar ki, iki dəfə artmış və CO₂ emissiyaları təxminən 1,1 milyard ton azalmışdır. Bununla belə, külək enerjisi istehsalı hələ də dünya elektrik enerjisi istehsalının yalnız 6%-ni təşkil edir və bu sahədə müxtəlif ölkələr arasında böyük fərqlər mövcuddur. Bunu aradan qaldırmaq üçün, bir tərəfdən, texniki yolla beynəlxalq əməkdaşlığı gücləndirmək və zəngin ölkələrdən məhdud imkanları olan ölkələrə maliyyə dəstəyi və digər tərəfdən, qalıq yanacaqlardan istifadə edən hökumətləri bərpa olunan enerjilərə sərmayə qoymaqla və tədricən qalıq yanacaqlardan istifadəyə məhdudiyətlər qoymaqla öz elektrik enerjisi mənbələrini şaxələndirməyə təşviq etmək lazımdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. International Energy Agency, www.iea.org/.
2. Асадова А.В., Мухтаров А.Ш. Ресурсы геотермальной энергии по республике Азербайджан // Мониторинг: науки и технологии. – 2013. №2. <http://csmos.ru/index.php?page=mnt-issue-2013-2>.
3. Бархудаев Т. Президент Ильхам Алиев принял участие в открытии Сураханской солнечной электростанции. – 16.07.2014. <http://www.1news.az/chronicle/20140716023637264.html>.
4. Мусаев А.. Земля-кормилица. - <http://regionplus.az/ru/articles/view/2636>.

RİYAZİYYAT TƏLİMİ PROSESİNDƏ ŞAĞİRD LƏRİN DİVERGENT BACARIQLARININ
FORMALAŞDIRILMASI

FORMATION OF STUDENTS' DIVERGENT SKILLS IN THE PROCESS OF
MATHEMATICS EDUCATION

Tofiq ORUCOV

Mingəçevir Dövlət Universiteti riyaziyyat kafedrasının riyaziyyat müəllimi

Lalə RZAYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti riyaziyyat kafedrasının riyaziyyat müəllimi

Aysel ƏLİYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti riyaziyyat kafedrasının riyaziyyat müəllimi

Mingəçevir / Azərbaycan

XÜLASƏ

Məqalədə ümumtəhsil məktəblərinin V-IX siniflərində riyaziyyat təlimi prosesində şagirdlərin divergent təfəkkürünün və divergent bacarıqlarının formalaşdırılması problemi araşdırılır.

Açar sözlər: mətnli məsələlər, mətnli məsələlərin həlli üsulları, divergent təfəkkür, divergent məsələlər, divergent bacarıqlar, divergent bacarıqların formalaşdırılması.

ABSTRACT

The article examines the problem of forming divergent thinking and divergent skills of students in the process of mathematics training in V-IX classes of general education schools.

Keywords: text problems, methods of solving text problems, divergent thinking, divergent problems, divergent skills, formation of divergent skills.

Məlumdur ki, təhsilin indiki inkişafı mərhələsində problemin həllinin müxtəlif yollarını tapmaq, fəaliyyətin mümkün variantlarını müqayisə etmək, çoxsaylı seçim şəraitində optimal qərar qəbul etmək bacarıqlarının formalaşdırılması aktual məsələlərdəndir. Orta ümumtəhsil üzrə Dövlət Təhsil Standartları təkcə məzmunlu təhsil fəaliyyətlərinin həyata keçirilməsini deyil, həm də obyektiv reallığın dərk edilməsi, çoxşaxəli qavrayış qabiliyyətinin formalaşmasına, problemin həllinin müxtəlif yollarını görmək bacarığının formalaşmasına yönəlmiş təlim şəraitinin yaradılmasını və təşkilinin vacibliyini qarşıya qoyur. Qarşıya qoyulmuş bu məqsədə çatmaq üçün müxtəlif yanaşmalardan istifadə etmək və müxtəlif situasiyalarda uğurlu strategiyalar seçmək lazımdır [1].

Şagirdlərdə bu bacarıqları formalaşdırmaq üçün məktəb təhsili zamanı dəyişkənliyi, variantlılığı, orijinallıq və qeyri-standartlığı ilə xarakterizə olunan xüsusi təfəkkür növünün inkişafına yönəlmiş yüksək keyfiyyətli təlim lazımdır.

Əvvəla, riyaziyyat dərsləri belə təfəkkürün inkişafı üçün əhəmiyyətli potensiala malikdir və xüsusən də müəllimin tədris praktikasında müxtəlif riyazi məsələlərdən, yəni bir neçə həll yoluna, verilmiş şərtlərin müxtəlif şərhinə və ya bir neçə variantda düzgün cavabı verən məsələlərdən istifadə edilir [4, səh. 11].

Elmi ədəbiyyatda təfəkkürün iki komponenti - *konvergent və divergent* təfəkkür formalarına G. Gilfordun 1967-ci ildə yaratdığı idrak taksanomiyasında rast gəlirik. Təfəkkürün bu növləri haqqında nəzəriyyə işləyib hazırlayan C.Gilfordun əsərlərində divergent təfəkkürün formalaşması problemi geniş şəkildə nəzərdən keçirilmişdir. Divergent təfəkkürün əlamətləri *çeviklik, axıcılıq və orijinallıq*

kimi müəyyən edilmişdir [3, səh. 434]. D. B. Boqoyavlenskaya "divergensiya" anlayışı psixologiyada yaradıcılıq - yaratmaq qabiliyyəti kimi əlaqələndirilmişdir [2, səh. 59].

Təfəkkürün konvergent və divergent komponentləri müəyyən edildikdən sonra elmi ədəbiyyatda "konvergent məsələ" və "divergent məsələ" terminləri meydana çıxdı. Birinci tip məsələlər bir üsulla həll olunan məsələlərin mövcudluğunu, ikinci növ məsələlər isə iki və daha çox üsulla həll olunan məsələlərin mövcudolmasını ehtiva edir. Ancaq gündəlik praktik fəaliyyətdə insan ən çox ikinci tip məsələlərlə qarşılaşdığından, bu cür məsələləri həll etmək bacarığı məktəb təhsilinin vacib tərkib hissəsidir.

Məktəblilərin təlimi prosesində divergent məsələlərin istifadəsi probleminin elmi ədəbiyyatda, riyaziyyat təhsili praktikasında fəal şəkildə öyrənilməsinə baxmayaraq, konvergent məsələlərdən daha çox istifadə olunur ki, onların cavabı müvafiq qanunlar, qaydalar, alqoritmlər, düsturlar, teoremlər və s. istifadə etməklə tapıla bilər. Məhz buna görə də riyaziyyat müəlliminin qarşısında duran vəzifələrdən biri divergent məsələlərin işlənilib hazırlanması və dərslərin məzmununa daxil edilməsidir. Bu məsələlər şagirdlərin yaradıcı təfəkkürünün və yaradıcı bacarıqlarının inkişafı vasitəsidir.

Məktəb riyaziyyatı kursunda bir neçə növ divergent məsələlər rast gəlirik.

S. M. Kraçkovski [4, səh. 18] ədəbiyyatında onların təsnifatını vermişdir.

Bu təsnifat orta məktəbin yuxarı sinif şagirdlərinin tədrisi situasiyasına uyğun təsvir edilmişdir, bu məqalədə biz ümumi orta (V-IX siniflər) təhsil səviyyəsi şagirdləri üçün istifadə olunan divergent məsələləri nəzərdən keçirilir.

Həqiqətən, divergent məsələlər orta ümumtəhsil məktəb şagirdlərinin əldə etdikləri biliklər kompleksinin tətbiqi, müxtəlif yolları görmək və tapmaq bacarığının formalaşmasını yoxlamaq, məsələləri həll etmək, həllə yaradıcı yanaşma bacarığı göstərmək məqsədi daşıyır. Riyaziyyat dərslərində divergent məsələlər müxtəlif mövzuları qarşılıqlı əlaqədə təqdim etməyə imkan verir və biliklərin dərinləşməsinə, sistemləşdirilməsinə töhfə verir.

Kvadrat tənliyin köməyi ilə həll olunan çoxlu sayda standart məsələlər divergent məsələ hesab edilə bilər, çünki kvadrat tənlik həll edildikdə bir neçə həllə imkan verə bilər. Onların hər birinin mənimsənilməsi orta ümumtəhsil səviyyəsində təhsil alan şagirdlər üçün vacibdir.

Məsələ 1. Tənliyin ən kiçik kökünü tapın: $x^2 - 3x - 18 = 0$.

Verilmiş kvadrat tənliyin aşağıdakı həlli üsullarını qeyd edək.

Birinci üsul. Kvadrat tənliyin həllinin diskriminantla tapılması.

$$D = b^2 - 4ac = (-3)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-18) = 9 + 72 = 81 > 0.$$

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} = \frac{3 + \sqrt{81}}{2} = 6; \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a} = \frac{3 - \sqrt{81}}{2} = -3. \quad \text{Cavab: } -3.$$

İkinci üsul. Tam kvadratını ayırmaqla kvadrat tənliyin həlli.

$$\begin{aligned} x^2 - 3x - 18 &= x^2 - 2 \cdot 1,5x - 2,25 - 20,25 = 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow (x - 1,5)^2 - 4,5^2 &= 0 \Leftrightarrow (x - 1,5 - 4,5)(x - 1,5 + 4,5) = 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow (x - 6)(x + 3) &= 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 6, \\ x = -3. \end{cases} \quad \text{Cavab: } -3 \end{aligned}$$

Üçüncü üsul. Kvadrat üçhədlinin vuruqlara ayırmaqla kvadrat tənliyin həlli.

$$x^2 - 3x - 18 = 0 \Leftrightarrow x^2 - 6x + 3x - 18 = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x(x - 6) + 3(x - 6) = 0 \Leftrightarrow (x - 6)(x - 3) = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 6, \\ x = -3. \end{cases} \quad \text{Cavab: } -3$$

Dördüncü üsul. Viyet teoremindən istifadə ilə kvadrat tənliyin həlli.

Verilmiş kvadrat tənlik üçün $a = 1$ olduğuna görə:

$$x_1 + x_2 = 3, x_1 x_2 = -18 \Rightarrow \begin{cases} x = 6, \\ x = -3. \end{cases} \text{ Cavab: } -3$$

Məsələ 5. ABCD qabarıq dördbucaqlısında BCA və BDA bucaqları bərabərdir. İsbat edin ki, həmçinin ABD və ACD bucaqları da bərabərdir.

Həlli. Birinci üsul. Əgər AB parçası AB düz xəttinin eyni tərəfində yerləşən C və D nöqtələrindən eyni bucaq altında görünürsə, onda A, B, C, D nöqtələri eyni çevrə üzərində yerləşir (şəkil 1). Onda AD qövsünə söykənən daxilə şəkilməmiş bucaqlar bərabərdir, yəni $\angle ABD = \angle ACD$. Bunu isbat etmək tələb olunurdu.

İkinci üsul.

1). Məsələnin şərtinə uyğun şəkil şəkək və şəkilə uyğun işarələmələr aparaq (şəkil 2).

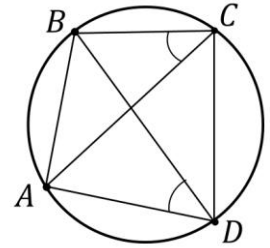
2). $\angle BOC$ və $\angle AOD$ üçbucaqlarına baxaq. Məsələnin şərtinə görə BCA və BDA bucaqları bərabərdir, $\angle BOC$ və $\angle AOD$ bucaqları qarşılıqlı bucaqlar olduğu üçün bərabərdir. Buradan alınır ki, $\angle BOC$ və $\angle AOD$ üçbucaqları oxşardır. Onda onların uyğun tərəflərinin nisbəti bərabərdir, yəni

$$\frac{AO}{OB} = \frac{OD}{OC} = \frac{AD}{BC}$$

$$\frac{AO}{OB} = \frac{OD}{OC} \text{ nisbətini } \frac{AO}{OD} = \frac{OB}{OC} \text{ şəklində yazıla bilər.}$$

3). ABO və COD üçbucaqlarına baxaq, $\angle AOB$ və $\angle COD$ bucaqları qarşılıqlı bucaqlar olduğuna görə bərabərdir və $\frac{AO}{OD} = \frac{OB}{OC}$ bərabərliyi doğrudur. Buradan

da alınır ki, ABO və COD üçbucaqları oxşardır. Buna görə ABD və ACD bucaqları bərabərdir. Bunu da isbat etmək tələb olunurdu.



Şəkil 1

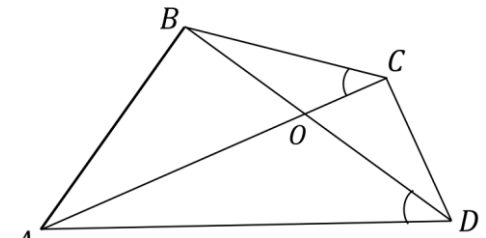
İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün fənn kurikulumu (V-XI siniflər). *Kurikulum jurnalı*, - 2011. № 4.

2. Богоявленская, Д. Б. Психология творческих способностей / - Москва: Академия, - 2001. – с. 320.

3. Гилфорд, ДЖ. Три стороны интеллекта// Психология мышления. - Москва: Прогресс, - 1965, - с. 434-437.

4. Крачковский С.М. Дивергентные задачи по математике и их визуальные образы / – Москва: Прометей, - 2016. – 168 с.



Şəkil 2

ENERJİNİN TOPLANIB SAXLANILMASINDA SƏMƏRƏLİLİYİN ARTIRILMASI
INCREASING EFFICIENCY IN ENERGY COLLECTION AND STORAGE

Elsevər Sadəddin oğlu Cəfərli

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan

ORCID: 0009-0003-7745-0931

Xülasə

Qeyri-ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə zamanı, bütün üstünlüklərinə baxmayaraq, enerjinin istehsalı zamanı yaranan çatışmazlıqları, onların aradan qaldırılması yaxud minimuma endirilməsi məsələlərini də nəzərə almaq lazım gəlir. Belə ki, ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerjinin tələbatçılara ötürülməsi prosesində demək olar ki, heç bir fasilə verilmir. Bu səbəbdən stansiyalar fəaliyyətini dayandırmır. Yəni enerji tələbatdan asılı olaraq lazım olan intervalda istehsal olunur. Nəzərə alsaq ki, alternativ enerji mənbələrindən istifadə zamanı bu imkanlar çox da özünü doğrultmur. Ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerji qalıq yanacaqların yandırılması hesabına baş versə də, qeyri-ənənəvi enerji resurslarından istifadə təbiətdən, iqlimdən, fəsillərdən, günün saatlarından və s. asılı olaraq dəyişir. Bu səbəblə daimi olaraq enerji ilə təchizatı təmin etmək üçün, istehsal olunan enerjinin toplanıb saxlanılmasını həyata keçirmək lazım gəlir. Bu məqalədə məqsəd, enerjinin toplanıb saxlanılmasını batareyalara alternativ olaraq daha az itki və xərc ilə həyata keçirmək, bu yolda səmərəliliyin artırılma üsullarını aşkara çıxarmaq və tətbiqini qiymətləndirməkdən ibarətdir. İnkişaf etmiş ölkələrin enerji infrastrukturunun əsasını və gələcəyimizin enerji təminatını təşkil edən alternativ enerji mənbələri və qurğularının istismarının yaxşılaşdırılması və qabaqcıl problemlərindən biri olan enerjinin toplanıb saxlanılması məsələləri məqaləmizdə xüsusi diqqət edilən obyektidir.

Açar sözlər: bərpa olunan enerji mənbələri, ənənəvi enerji resursları, enerji səmərəliliyi, hidroakkumulyatorlar.

ABSTRACT

During the use of non-traditional energy sources, despite all their advantages, it is necessary to take into account the shortcomings that arise during the production of energy, their elimination or minimization. Thus, during the use of traditional energy resources, there is almost no interruption in the process of transferring the produced energy to consumers. For this reason, the stations do not stop working. That is, energy is produced in the necessary interval depending on the demand. Considering that these opportunities are not justified when using alternative energy sources. Although the energy produced during the use of conventional energy resources is due to the burning of fossil fuels, the use of non-conventional energy resources depends on nature, climate, seasons, hours of the day, etc. varies depending. For this reason, in order to provide constant energy supply, it is necessary to collect and store the produced energy. The purpose of this article is to implement energy collection and storage as an alternative to batteries with less loss and cost, to discover methods of increasing efficiency in this way and to evaluate their application. Improving the operation of alternative energy sources and facilities, which form the basis of the energy infrastructure of developed countries and the energy supply of our future, and the issues of energy collection and storage, which are one of the leading problems, are the object of special attention in our article.

Keywords: Keywords: renewable energy sources, traditional energy resources, energy efficiency, hydroaccumulators..

GİRİŞ

Qeyri-ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə zamanı, bütün üstünlüklərinə baxmayaraq, enerjinin istehsalı zamanı yaranan çatışmazlıqları, onların aradan qaldırılması yaxud minimuma endirilməsi məsələlərini də nəzərə almaq lazım gəlir. Belə ki, ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerjinin tələbatçılara ötürülməsi prosesində demək olar ki, heç bir fasilə verilmir. Bu səbəbdən stansiyalar fəaliyyətini dayandırmır. Yəni enerji tələbatdan asılı olaraq lazım olan intervalda istehsal olunur. Nəzərə alsaq ki, alternativ enerji mənbələrindən istifadə zamanı bu imkanlar çox da özünü doğrultmur. Ənənəvi enerji resurslarından istifadə zamanı istehsal olunan enerji qalıq yanacaqların yandırılması hesabına baş versə də, qeyri-ənənəvi enerji resurslarından istifadə təbiətdən, iqlimdən, fəsillərdən, günün saatlarından və s. asılı olaraq dəyişir. Bu səbəblə daimi olaraq enerji ilə təchizatı təmin etmək üçün, istehsal olunan enerjinin toplanıb saxlanılmasını həyata keçirmək lazım gəlir. Bu məqalədə məqsəd, enerjinin toplanıb saxlanılmasını batareyalara alternativ olaraq daha az itki və xərc ilə həyata keçirmək, bu yolda səmərəliliyin artırılma üsullarını aşkara çıxarmaq və tətbiqini qiymətləndirməkdən ibarətdir. İnkişaf etmiş ölkələrin enerji infrastrukturunun əsasını və gələcəyimizin enerji təminatını təşkil edən alternativ enerji mənbələri və qurğularının istismarının yaxşılaşdırılması və qabaqcıl problemlərindən biri olan enerjinin toplanıb saxlanılması məsələləri məqaləmizdə xüsusi diqqət edilən obyektidir.

Belə ki, enerjinin toplanılıb saxlanılması üçün hidroakkumulyator, istilik akkumulyatorları, sıxılmış hava akkumulyatorları, hidrogen akkumulyatorları və s. qurğularından istifadə etmək mümkündür. Bu qurğuları birləşdirən ümumi cəhət, tələbatdan əlavə istehsal olunan enerjini faydalı enerjiyə çevirmək və ondan istifadə etməyə bağlıdır. Nəzərə alsaq ki, günəş enerjisinin günün orta saatlarında, külək enerjisinin isə fəsildən asılı olaraq günün axşam saatlarında özünün maksimum enerjisindən faydalanmaq olar, bu nöqteyi nəzərdən istehsal olunan enerjinin bir hissəsinin toplanması və yaranan tələbə uyğun istifadəsi lazım gəlir.

Hidroakkumulyator vasitəsilə alternativ enerjinin potensial enerjiyə çevrilməsini həyata keçirmək mümkündür. Lazım olan enerji ehtiyatı, su kütləsinin müəyyən məsafədə yüksəkliyə qaldırılması ilə həyata keçirilir. Enerjiyə tələbatın yüksək olduğu saatlarda, yaxud günəş enerjisi üçün axşam saatlarında, hansı ki həmin saatlarda istehsal mümkün deyil, küləyin sürətinin aşağı olduğu vaxtlarda və s. toplanmış su ehtiyatının, həmin yüksəklikdən aşağı buraxılması nəticəsində yerləşdirilən turbinin valını hərəkətə gətirir və faydalı işin görülməsini təmin edir. Bu məqsədlə külək turbinləri heç bir maneə olmayan yüksək ərazilərdə, maşın binası isə su hövzəsinə yaxın ərazilərdə qurulur. Külək turbinindən, yaxud günəş panellərindən əldə olunan elektrik cərəyanı mühərriki işə salaraq, nasosun basqı hovuzuna suyun vurulmasını təmin edir. Tələb olunan saatlarda isə basqı hovuzuna yığılan su, boru kəməri vasitəsi ilə turbinə ötürülür. Turbinin oxu üzərində qurulan elektrik generatoru isə yaranan mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevirir.

Bildiyimiz kimi hidrogen ekoloji cəhətdən təmiz, həm də çox böyük enerji potensialına malik olan elementdir. Hidrogenin yandırılması zamanı istixana qazlarının əmələ gəlməməsi, çəkisinə görə daha çox enerji tutumuna malik olması və təbiətdə çox rast gəlinməsi onun əsas müsbət cəhətlərindən sayılır. Lakin hidrogenə təbiətdə yalnız birləşmələr şəkilində rast gəlinməsi, ondan istifadəni çətinləşdirən nüanslardan biridir. Hidrogen enerjisindən suyun elektrolizi ilə faydalanmaq mümkündür ki, parçalanma zamanı sərbəst halda hidrogen və oksigen atomları ayrılır. Bu prosesin icrası üçün isə külli miqdarda enerji sərfiyyatı, təqribən hər m^3 üçün 2,8 -4,6 KW-saat enerji lazımdır. Alternativ enerji resurslarından alınan enerjinin batareyalarda toplanması əvəzinə elektroliz məqsədilə istifadəsi də, sonradan hidrogen yanacağından istifadə etməklə elektrik enerjisinin alınmasına xidmət göstərəcəkdir.

NƏTİCƏ

Qeyd olunan məlumatlara əsaslanaraq, enerjinin toplanıb saxlanılmasında istifadə olunan sadə, Lİ-İON akkumulyator batareyaların iqtisadi cəhətdən yüksək qiymətə malik olması, istismar müddəti və s. kimi problemlərlə müqayisədə, istehsal olunan enerjiden sonrakı mərhələlərdə dolayı üsulla istifadə edilməsi daha məqsədəuyğun götürülmüşdür. Enerjinin sözügedən üsullar vasitəsi ilə saxlanması daha uzun müddətli və daha səmərəli bir həll yolu kimi qeyd edilmişdir

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

Bəşirov M.M., Nəbiyev N.D. “Külək qurğularının konstruksiya edilməsi və hesabı”. Bakı: AzTU 2021.

Bəşirov M. M., Həsənov V. H. “Bərpa olunan enerji mənbələri və qurğuları.” Bakı. 2011.

**ƏŞYALARIN İNTERNETİ: RƏQƏMSAL DÜNYADA AĞILLI EVLƏR VƏ
TƏHLÜKƏSİZLİK**

THE INTERNET OF THINGS: SMART HOMES AND SECURITY IN A DIGITAL WORLD

Şəbnəm Sadıq qızı Nəsirova

Mingəçevir Dövlət Universiteti Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID: 0000-0003-2387-0503

Ceyhun Bəşir oğlu Əlizadə

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID: 0000-0003-0051-7467

Elçin Nağı oğlu Tağıyev

Mingəçevir Dövlət Universiteti Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID: 0009-0008-7130-7313

XÜLASƏ

Əşyaların İnterneti (IoT) gündəlik həyatımızda istifadə etdiyimiz bütün cihazların şəbəkəyə qoşulacağı və məlumat mübadiləsi aparacağı ideyasına əsaslanan bir konsepsiyadır. Əşyaların İnterneti insan fəaliyyətinin bütün sahələrinə təkə yeni imkanlar deyil, həm də yeni təhlükələr gətirir. Bu yüksək texnologiyalı sərhədin təhlükəsiz məkana çevrilməsi informasiya təhlükəsizliyi sənayesinin növbəti illərdə ən mühüm vəzifəsidir. Analitiklərin fikrincə, ümumdünya şəbəkəsi insanlarla deyil, bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan qoşulmuş cihazların sayının internetdən istifadə edənlərin sayını ötdüyü bir vaxtda əşyaların internetinə çevrilib. Ağıllı evlər "Əşyaların İnterneti" konsepsiyasının ən gözə çarpan tətbiqlərindən birini təmsil edərək, termostatlar, işıqlar, qapı kilidləri, təhlükəsizlik sistemləri və hətta məişət texnikası kimi müxtəlif qurğular şəbəkəyə qoşulub və smartfon proqramları və ya səsli köməkçilər vasitəsilə uzaqdan idarə oluna bilər. Bu, istifadəçilər üçün rahatlıq yaradır, onlara dünyanın istənilən yerindən evlərinə nəzarət etməyə imkan verir. Ancaq bununla yanaşı rəqəmsal dünyada ağıllı evin idarə olunması zamanı cihaz zəiflikləri, şəbəkə hücumları, cihaz yeniləmələrinin olmaması, sosial mühəndislik kimi təhlükəsizlik problemləri və çətinlikləri ortaya çıxarır.

Dövlət mühüm informasiya infrastrukturunun, vətəndaşların şəxsi məlumatlarının qorunması, həmçinin kibertəhlükələrlə və kibercinayətkarlıqla mübarizə üçün müvafiq strategiyaların, siyasətlərin və təhlükəsizlik tədbirlərinin işlənilməsi üzərində fəal işləyir. Buna bariz nümunə olaraq 28 avqust 2023-cü ildə Azərbaycan Respublikasının informasiya təhlükəsizliyi və kibertəhlükəsizliyə dair 2023 – 2027-ci illər üçün Strategiya qəbul olunmasıdır. Strategiyada İşğaldan azad olunmuş ərazilərdə müasir informasiya texnologiyalarına əsaslanan infrastrukturun yaradılması, "Ağıllı şəhər" və "Ağıllı kənd" konsepsiyalarının reallaşması regional sabitliyi və inkişafı şərtləndirən əsas amillərdən biri kimi qeyd olunmuşdur. Bu ərazilərdə dövlət və ictimai təhlükəsizliyin təmin olunması üçün mümkün terror-təxribat və digər nöqtələrin müəyyən edilməsi, çevik əks-tədbirlərin hazırlanması məqsədilə "big data", "cloud", "machine learning" texnologiyaları əsasında yaradılmış müvafiq həllərin tətbiqi nəzərdə tutulur. Bu strateji prioritet çərçivəsində Azərbaycanda kibertəhlükəsizliyin gücləndirilməsinə yönəlmiş qanunvericilik və təşkilati tədbirlər hazırlanıb həyata keçirilir. Buna milli kibertəhlükəsizlik mərkəzləri kimi ixtisaslaşmış strukturların yaradılması, maarifləndirici proqramların hazırlanması və kibertəhlükələrlə bağlı ictimaiyyətin məlumatlılığının artırılması daxildir. Kibertəhlükələrə qarşı mübarizə də Azərbaycanın digər dövlətlər və beynəlxalq təşkilatlarla beynəlxalq əməkdaşlığının tərkib hissəsidir. Kibertəhlükəsizliklə bağlı beynəlxalq təşəbbüslərdə və forumlarda iştirak ölkəyə təcrübə mübadiləsi aparmağa, təcrübələrini təkmilləşdirməyə və qlobal kibertəhlükələrə birgə mübarizə aparmağa kömək edir. Buna görə də informasiya təhlükəsizliyinin və kibertəhlükəsizliyin təmin edilməsi Azərbaycan üçün strateji prioritetdir və ölkə informasiya infrastrukturunun sabit və təhlükəsiz fəaliyyətini təmin etmək üçün müdafiə mexanizmlərinin

gücləndirilməsi istiqamətində fəal iş aparır. Bu problemlərin həlli cihazın təhlükəsizliyinin yaxşılaşdırılması, məlumatların şifrələnməsi, müntəzəm proqram təminatının yenilənməsinin təmin edilməsi və istifadəçilərin özlərini kibertəhlükələrdən qorunmaq üçün maarifləndirilməsi daxil olmaqla, kompleks təhlükəsizlik tədbirlərinin həyata keçirilməsini tələb edir. Bu rəqəmsal dünyada ağıllı evlərdən istifadə edən istifadəçilərin təhlükəsizliyini və inamını təmin etməyin yeganə yoludur.

Açar sözlər: Əşyaların İnterneti (IoT), ağıllı ev, təhlükəsizlik riskləri, şəbəkə təhlükəsizliyi

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a concept based on the idea that all the devices we use in everyday life will be connected to a network and exchange information. The Internet of Things brings not only new opportunities, but also new threats to all areas of human activity. Transforming this high-tech frontier into a secure space is the most important task of the information security industry in the coming years. According to analysts, the World Wide Web has become the Internet of Things at a time when the number of connected devices interacting with each other, rather than with people, exceeds the number of Internet users. Smart homes represent one of the most well-known applications of the Internet of Things concept, where devices such as thermostats, lights, door locks, security systems and even home appliances are connected to the network and can be controlled remotely using smartphone apps or voice assistants. This creates convenience for users, allowing them to control their home from anywhere in the world. But at the same time, managing a smart home in the digital world comes with challenges and security issues such as device vulnerabilities, network attacks, lack of device updates, and social engineering.

The state is actively working to develop appropriate strategies, policies and security measures to protect critical information infrastructure, personal data of citizens, as well as combat cyber threats and cybercrime. A striking example of this is the adoption on August 28, 2023 of the Information Security and Cybersecurity Strategy of the Republic of Azerbaijan for 2023-2027. In the strategy, the creation of infrastructure based on modern information technologies in territories liberated from occupation, the implementation of the concepts of “Smart City” and “Smart Village” were named as one of the main factors determining regional stability and development. In order to ensure state and public security in these areas, it is planned to use appropriate solutions created on the basis of big data, cloud data and machine learning technologies in order to identify possible terrorist provocations and other issues. prepare flexible countermeasures. As part of this strategic priority, legislative and organizational measures aimed at strengthening cybersecurity are being developed and implemented in Azerbaijan. This includes creating specialized structures such as national cybersecurity centers, developing educational programs and raising public awareness of cyber threats. The fight against cyber threats is also an integral part of Azerbaijan’s international cooperation with other states and international organizations. Participation in international initiatives and forums related to cybersecurity helps the country exchange experiences, improve its practices and jointly combat global cyber threats. Therefore, ensuring information security and cybersecurity is a strategic priority for Azerbaijan, and the country is actively working to strengthen protective mechanisms to ensure stable and secure operation of the information infrastructure. Addressing these challenges requires implementing comprehensive security measures, including improving device security, encrypting data, ensuring regular software updates, and educating users on how to protect themselves from cyber threats. This is the only way to ensure the security and confidence of users using a smart home in the digital world.

MAS 19th INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL&MEDICAL SCIENCES

April 17-18, 2024
Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

İlgili makama;

MAS 19. ULUSLARARASI MATEMATİK-MÜHENDİSLİK-FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ 17-18 Nisan 2024 tarihleri arasında Mingachevir Devlet Üniversitesi, Mingachevir, Azerbaycan'da 11 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre kapsamında sunumu yapılan 122 bildirinin 54 adeti Türkiye'den katılımcılar tarafından; 68 bildiri ise 11 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 sağlanması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.*" değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla,



Prof. Veysel EYYUBOV
CHAIRMAN OF SCIENTIFIC COMMITTEE
Mingachevir State University



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

MİNGƏÇEVİR DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

AZ4500, Mingəçevir şəhəri,
Dilərə Əliyeva küçəsi, 21

Tel: +994 24 275 32 72, Faks: +994 24 275 32 72
e-mail: info@mdu.edu.az

No 01-12/147

"15" Fevral 2024 il.

Türkiyə Cümhuriyyəti
İKSAD Başkanlığına

Hörmətli Dr. Mustafa Latif Emek,

17-18 aprel 2024-cü il tarixində "MAS18.ULUSLARARASIMATEMATİK-MÜHENDİSLİK-FEN VE SAĞLIK BİLİMLERİ" <https://tr.masjournal.co.uk/cairo> konfransının Mingəçevir Dövlət Universitetinin ev sahibliyi və təşkilatı dəstəyi ilə Türkiyə Respublikasının İqtisadi İnkişaf və Sosial Tədqiqatlar İnstitutu (İKSAD) ilə birlikdə online və offline formatda keçirilməsindən məmnun olardıq.

Təşkilat komitəsinin sədri: Dos. Asim Məmmədov, Mingəçevir Dövlət Universiteti;

Təşkilat komitəsinin üzvləri: Dos. Almaz Əliyeva, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Mahir İsmayılov, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Ülkər Aşurova, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Aidə Mustafayeva, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Tərənə Yusibova, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Rövşən Babayev, Mingəçevir Dövlət Universiteti;

Elm komitəsinin sədri: Prof. Veysəl Əyyubov, Mingəçevir Dövlət Universiteti;

Elm Komitəsinin üzvləri: Prof. İsa Xəlilov, Azərbaycan Texniki Universiteti;
Prof. Bəyalı Əhmədov, Azərbaycan Texniki Universiteti;
Prof. Elşad Məmmədov, Azərbaycan Texnologiya Universiteti;
Prof. Əhəd Nəbiyev, Azərbaycan Texnologiya Universiteti;
Prof. Əliosman Qədimbəyli, MedEra xəstəxanasının həkimi;
Dos. Vüqar Mustafayev, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Sahib Mustafayev, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Elmira İsrailova, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Adil Aslanov, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Məhyəddin Mehdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti;
Dos. Hüseyn Mirzəyev, Bakı Mühəndislik Universiteti.

Hörmətlə,
rektor



Şahin Bayramov



İcraçı
 Prof. Veysel Əyyubov
 Tel: (024)2752375

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
 ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

MİNGƏÇEVİR DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

Tel: +994 24 275 32 72 Faks: +994 24 275 32 72
 e-mail: info@mdu.edu.az

AZƏBƏYCAN MİNGƏÇEVİR ÜNİVERSİTETİ
 ƏLİM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

№ 20-11

№ 20-11

Təhsil Nazirliyi
 MİNGƏÇEVİR DÖVLƏT ÜNİVERSİTETİ

Hörmətli Təhsil Nazirliyinə

17.18 aprel 2024-cü il tarixində TMS 118 ÜSULARASIMKATEGİYƏLİK MÜHƏNDİSLİK
 TƏLİM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ İdarəetmə Təşkilatı tərəfindən Azərbaycan Dövlət
 Universitetinin əvəzində və əsaslı olaraq Azərbaycan Respublikasının İdarəetmə və
 Sosial Tədqiqat İnstitutu (İRSAD) ilə birlikdə əməkdaşlıq şəraitində təşkilatın
 yaradılması barədə qərar qəbul edilmişdir.

Təşkilatın komitəsinin üzvləri: Dö. Asim Məmmədov, Mingəçevir Dövlət Universiteti

Təşkilatın komitəsinin üzvləri: Dö. Əlim, Əliyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Məhriban İsmayilova, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Ağayev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əbdülməlik Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Fəxrəddin Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Rəşad Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti

Prof. Veyəl Əyyubov, Mingəçevir Dövlət Universiteti

Prof. İsmayilov, Azərbaycan Texniki Universiteti
 Prof. Əliyev, Azərbaycan Texniki Universiteti
 Prof. Əliyev, Azərbaycan Texniki Universiteti
 Prof. Əliyev, Azərbaycan Texniki Universiteti
 Dö. Yaqub Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti
 Dö. Əhməd Məhdiyev, Mingəçevir Dövlət Universiteti

000166

Əhməd Məhdiyev

Hörmətli
 İdarəetmə