INCOHIS

INCOHIS 2023 AUTUMN

NOV 11 - 12, 2023
İSTANBUL / TÜRKİYE

INTERNATIONAL CONGRESS OF NEW HORIZONS IN SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

www.incohis.com
info@incohis.com

INCOHIS 2023 AUTUMN

INTERNATIONAL CONGRESS OF NEW HORIZONS IN SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

NOV 11-12, 2023

İ.T.Ü. MTAL

İSTANBUL / TÜRKİYE

www.incohis.com

info@incohis.com

ISBN: 978-625-99767-2-3

EDITORS

- Prof. Dr. Ali DENİZ, Istanbul Technical University
- Prof. Dr. Hüseyin TOROS, Istanbul Technical University
- Lecturer Mustafa OF, Kocaeli University
- Lecturer İsmail KILIÇASLAN, Kocaeli University

All Rights Reserved
All Responsibilities of The Articles Belong to The Authors

SUPPORTERS

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
1773
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
1992
İTÜ MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
İTÜ MTAL
2019
UNIVERSITETI "ALEKSANDER MOISIU"
DURRES
1951
UBT
UNIVERSITAS
1945
1970 - 2020
मुंबई विद्यापीठ
University of Mumbai
Re-accredited with A++ Grade
(CGPA 3.65) by NAAC (3rd Cycle 2021)
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU
UMT

Dear participants,

INCOHIS 2023 AUTUMN Congress is an internationally recognized academic event. With this congress, where face-to-face and remote participation is supported, you will have the opportunity to present your scientific publications. Our congress, which is attended by respected names in the scientific community, is a candidate congress to bring new horizons to science.

From 13 countries 116 participants applied to the congress. Participants presented their papers for two days in the congress.

We are also grateful to the esteemed participants, our keynote speakers, our referees for their support and contributions to the success of this congress. Thank you for attending our academic event and supporting us.

The INCOHIS congress will be held every year by raising its target higher. It will reach out to wider communities and increase the number of papers and participants.

Any kind of feedback about the congress is very important to us. You can reach our congress from our web page, info@incohis.com e-mail address and official social media accounts.

12.12.2023

INCOHIS ORGANIZING COMMITTEE

KEYNOTE SPEAKERS

Prof.Dr. Flora Merko
Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania

Prof.Dr. Lyudmyla Symochko
University of Coimbra, Coimbra, Portugal.
Uzhhorod National University,
Uzhhorod, Ukraine

Assoc.Prof.Dr. Edmond Hoxha
Polytechnic University Of Tirana, Albania

Assoc. Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi
Vasantrao Naik College of Arts and Commerce, University of Mumbai, India

Prof. PhD Maria Nazaré Coelho Pinheiro
Polytechnic University of Coimbra, Portugal

Dr. Isma Rosila Ismail
Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

Dr. Zaleha Mohamad
Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

Dr. Ahmad Ali
Department of Life Sciences, University of Mumbai, India

SCIENCE COMMITTEE

Listed in alphabetical order

- Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin, İstanbul Technical University, Türkiye
- Prof. Dr. Ali Deniz, İstanbul Technical University, Türkiye
- Prof. Dr. Ayşe Günsel, Kocaeli University, Türkiye
- Prof. Dr. Engin Özdemir, Kocaeli University, Türkiye
- Prof. Dr. Fatma Çanka Kılıç, Kocaeli University, Türkiye
- Prof. Dr. Hanefi Bayraktar, Atatürk University, Türkiye
- Prof. Hiroyuki Ishizaki, Shibaura Institute of Technology, Japan
- Prof. Dr. Hristo Ivanov Katrandzhiev, University of National and World Economy, Bulgaria
- Prof. Dr. Hüseyin Toros, İstanbul Technical University, Türkiye
- Prof. Dr. Hysen Mankolli, Editor of IJEES, Health and Environment Association, U.S.A.
- Prof. Dr. Juan Carlos, Roca University Of Huelva, Spain
- Prof. Dr. Kadri Süleyman Yiğit, Kocaeli University, Türkiye
- Prof. Dr. Maan T. J. Maaroof, Mousul University, Iraq
- Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Bitlis Eren University, Türkiye
- Prof. Dr. Melda Yardımoğlu Yılmaz, Kocaeli University, Türkiye
- Prof. Dr. Nardane Yusifova, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan
- Prof. Dr. Novo Palakalovic, University of East Sarajevo, Bosnia
- Prof. Dr. Olena Demyanyuk, Institute of Agroecology and Environmental Management, Kyiv, Ukraine
- Prof. Dr. Osman Taylan, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
- Prof. Dr. Şükrü Dursun, Konya Technical University, Türkiye
- Prof. Dr. Tamara Milenkovic Kerkovic, University of Nis, Serbia
- Assoc. Prof. Dr. Ayşenur Kayabaş Avşar, Çankırı Karatekin University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Arben Kambo. Agriculture University of Tirana, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Ayşegül Türk, Ankara Haci Bayram Veli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Azeta Tartaraj, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Brunela Trebicka, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Eda Bezhani, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt, Atatürk University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Emira Kalaj, University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania
- Assoc. Prof. Dr. Etleva Dashi. Agriculture University of Tirana, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Ercan Arpaz, Kocaeli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Flora Merko, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- Assoc. Prof. Dr. Lyudmyla Symochko, Uzhhorod National University, Ukraine
- Assoc. Prof. Dr. Mehboob Nagarbawdi, Affiliated to University of Mumbai, India
- Assoc. Prof. Dr. Muhammet Fatih Genç, Kocaeli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Nagip Skenderi, University of Prishtina, Kosovo
- Assoc. Prof. Dr. Natalya Gudkova, The State Ecological Academy, Ukraine
- Assoc. Prof. Dr. Taner Erdoğan, Kocaeli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Kosovo
- Assoc. Prof. Dr. Erdinç Doğancı, Kocaeli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam, Tabriz University, Iran
- Assoc. Prof. Dr. Selda Uca, Kocaeli University
- Assoc. Prof. Dr. Sinan Aydın, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel, Mosul university, Musul, Iraq
- Assist. Prof. Dr. Mehlika Kocabaş Akay, Kocaeli University, Türkiye

- Assist. Prof. Dr. Berna Kavaz Kındığılı, Atatürk University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Fatih Sevgi, Selçuk University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Handan Özçelik Bozkurt, Sinop University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Larissa Shragina, Odessa I. I. Mechnikov University, Ukraine
- Assist. Prof. Dr. Seyil Najimudinova, Kyrgyzstan Türkiye Manas University, Kyrgyzstan
- Assoc. Prof. Dr. Tuncer Gövdeli, Atatürk University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Vedat Tümen, Bitlis Eren University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Vystavkina Daria, Odessa I. I. Mechnikov University, Ukraine
- Assist. Prof. Dr. Yıldırım Karadeniz, Kocaeli University, Türkiye
- Assist. Prof. Dr. Yusuf Budak, Kocaeli University, Türkiye
- Phd. Alba Ramallari, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- Phd. Alma Zisi, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- PhD. Blerina Vrenozi, Tirana University, Albania
- Phd. Daniela Lika, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- Phd. Irfan Wahyudi, Universitas Airlangga, Indonesia
- PhD. Mirela Alushllari, University of Albania, Albania
- PhD. Jonida Gashi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Olta Nexhipi, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- PhD. Violeta Neza, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Ariola Harizi, Aleksander Moisiu Durres University, Albania
- PhD. Saeid Shojaei, University of Tabriz, Iran
- PhD. Ada Aliaj, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- PhD. Moses M. Solomon, King Fahd University, Saudi Arabia
- PhD. Emma Gurashi Nikolaoy, University Of Patras, Greece
- PhD. Hisham M. Alidrisi, King Abdulaziz University, Saudi Arabia
- PhD. Thawee Numsakulwong, Rajamangala University of Technology Isan, Tayland
- PhD. Reyhan Dadash, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan
- Öğr.Gör. Mustafa Of, Kocaeli University
- Öğr.Gör. İsmail Kılıçaslan, Kocaeli University
- Öğr.Gör. Kazım Kahraman, Kocaeli University

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACTS / POSTERS 1

COMPARATIVE ASSESSMENT OF IMPUTATION TECHNIQUES FOR AIR POLLUTION DATA IN BURSA PROVINCE, TURKEY 2

MODULAR APPARATUS DESIGN FOR SOLUTION OF THE TORSION PROBLEM DURING THE HEAD CRUSHING PROCESS DURING THE STABILIZER BAR PRODUCTION STAGES 3

ANALYSIS AND PRODUCTION OF SUSPENSION PISTON PRODUCED WITH THERMOPLASTIC POLYMER MATERIAL IN GLASS FIBER REINFORCED COMPOSITE STRUCTURE 4

COMPLEXIFIED OCTONIONIC MATRIX REPRESENTATION OF COMPRESSIBLE FLUID EQUATIONS 5

PYSPARK: A TOOL FOR SCALABLE DATA ANALYTICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS 6

APPLICATION OF TIME SERIES APPROACHES WITH FIFO METHOD IN FALL DETECTION STUDY 7

PHILOSOPHY OF BIOINFORMATICS 8

A RESEARCH ON THE WORKING PRINCIPLES AND PURPOSES OF KINETIC ARCHITECTURAL SYSTEMS 9

UNDERSTANDING EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS AND ANALYSIS METHODS THROUGH MEGA SOFTWARE 10

ARCHITECTURAL EXPRESSION OF THE CHANGING FACE OF MUSEUMS SHAPING WITH TITANIUM 11

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EDIBLE FILM COATING FORMULATIONS FOR ORANGE AND LEMON FRUITS 12

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF STEARIC ACID AS COMPATIBILIZER IN PE/PLA BLENDS 13

MODELING ANTI SUBMARINE WARFARE (ASW) USING MACHINE LEARNING AND REINFORCEMENT LEARNING ALGORITHMS 14

DEVELOPING BORON-BASED LUBRICANT ADDITIVE PACKAGES WITH ANTI-WEAR AND EXTREME PRESSURE PROPERTIES 15

INVESTIGATION OF NUCLEATED POOL BOILING OF ALUMINA NANOFLUID 16

SYNTHESIS OF SONO-PHOTO SENSITIZER FOR SPDT APPLICATIONS 17

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF MANNITOL CAPRYLATE/CAPRATE ESTERS USED IN THE COSMETICS INDUSTRY 18

OPTIMIZATION OF CLINOPTILOLITE TYPE ZEOLITE SIZE ON DIFFERENT NLGI GRADE LITHIUM SOAP GREASE FORMULATIONS 19

BIDIRECTIONAL RESONANT CLLLC CONVERTER DESIGN AND ANALYSIS FOR EV CHARGING APPLICATION 20

A META CLASSIFIER APPROACH: METARF 21

THE MONTY HALL PROBLEM: PROBABILISTIC, BAYESIAN AND SIMULATION APPROACH 22

PHARMACEUTICAL RESIDUES IN THE ENVIRONMENT: RISK ASSESSMENT FOR ECOSYSTEMS AND HUMAN HEALTH 23

VALORIZATION OF ARBUTUS UNEDO L. FRUIT WASTE FOR SUSTAINABLE (BIO)DYES IN THE TEXTILE INDUSTRY 24

FULL TEXT PAPERS 25

KİNETİK MİMARİ SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ VE AMAÇLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA 26

MAKİNE ÖĞRENME VE PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE DENİZALTI SAVUNMA HARBİNİN (DSH) MODELLENMESİ 37

ALÜMİNA NANO PARTİKÜLLÜ AKIŞKANIN KABARCIKLI HAVUZ KAYNAMASININ İNCELENMESİ 53

KOZMETİK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MANNİTOL KAPRİLAT/KAPRAT ESTERLERİNİN SENTEZİ VE YAPISAL KARAKTERİZASYONU 61

ABSTRACTS / POSTERS

The abstract fields of the papers that have met all the conditions of the Incohis 2023 Autumn congress as abstract, poster and full text will be shown on the following pages. In addition, the full texts of the papers that have been applied as full text are available on the following pages.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF IMPUTATION TECHNIQUES FOR AIR POLLUTION DATA IN BURSA PROVINCE, TURKEY

SALİHA ÇELİKCAN BİLGİN
İstanbul Technical University, Lee, Atmospheric Sciences
saliha.celikcanbilgin@gmail.com

Prof. Dr. HÜSEYİN TOROS
İstanbul Technical University, Uubf, Meteorology Eng.
toros@itu.edu.tr

Prof. Dr. TURGAY TUGAY BİLGİN
Bursa Technical University, Mdbf, Computer Eng.
turgay.bilgin@btu.edu.tr

Abstract
Air pollution data integrity is paramount for effective environmental management and public health protection. In Bursa province, Turkey, missing air pollution data poses a significant challenge. To address this issue, we conducted a comparative analysis of advanced imputation methods, including linear regression, K-nearest neighbor (KNN), decision trees, random forests, and linear interpolation. We created a missing data set in PM2.5 data at Bursa station and tried to complete the missing data with these methods. Our findings suggest that advanced imputation techniques enhance the accuracy and completeness of air pollution data compared to simpler statistical methods. Researchers can select the most suitable imputation approach based on specific data characteristics and research objectives. This study underscores the vital role of imputation methods in ensuring data reliability, contributing to more effective environmental monitoring, and safeguarding public health.

Keywords: Air Pollution, Data Imputation, Imputation Tecniques

MODULAR APPARATUS DESIGN FOR SOLUTION OF THE TORSION PROBLEM DURING THE HEAD CRUSHING PROCESS DURING THE STABILIZER BAR PRODUCTION STAGES

Engineer ANIL ŞEKER
Demircioğlu Group, R&d Center
argemerkezi@demircioglusase.com

Engineer Furkan DEĞİRMENCİOĞLU
Demircioğlu Group, R&d Center
argemerkezi2@demircioglusase.com

Abstract
In the continuously evolving automotive industry, both globally and in our country, the expectation for quality has been steadily increasing. With the rising quality expectations, efforts to find solutions to quality problems have begun. One of the solutions found is to improve production processes. In improved production processes, products can be processed more precisely, allowing for production within narrower tolerance ranges. One of the products that requires precise manufacturing and is frequently used in vehicles is the stabilizer bar, also known as the sway bar, torsion bar, or anti-roll bar. The stabilizer bar, an important component of the vehicle's suspension system, works in synchronization with shock absorbers to counteract torsion forces. It prevents the vehicle from rolling and swaying during cornering due to centrifugal force, thereby enhancing the road handling capability. The stabilizer bar is connected to the suspension system at its ends, and the end portions of the stabilizer bar are typically formed using a sub-process called end forging, which is often a hot forming process. This study aims to address the problem of asymmetry in the end portions of the stabilizer bar, which leads to bending during the end forging process. To resolve this issue, a modular tooling design and manufacturing approach was employed. The modular tooling design includes a pneumatic holder to prevent bending, an adjustable height and length framework, and a sliding bearing-spring buffer mechanism that allows for the elongation of the stabilizer bar during shape deformation. The modular tooling design was successfully completed and subsequently manufactured, leading to successful field tests. Thanks to the success of the modular tooling, the end portions of the stabilizer bar could be shaped within the desired tolerance ranges during the end forging process.

Keywords: Stabilizer Bar, Apparatus Design, Hot Forming

ANALYSIS AND PRODUCTION OF SUSPENSION PISTON PRODUCED WITH THERMOPLASTIC POLYMER MATERIAL IN GLASS FIBER REINFORCED COMPOSITE STRUCTURE

Engineer ANIL ŞEKER
Demircioğlu Group, R&d Center
argemerkezi@demircioglusase.com

Engineer FURKAN DEĞİRMENCİOĞLU
Demircioğlu Group, R&d Center
argemerkezi2@demircioglusase.com

Abstract
In the rapidly changing and evolving automotive sector, lightweighting efforts for heavy-duty vehicles are of great importance. Lightweighting initiatives in the automotive industry aim to achieve lower emission levels and reduce energy consumption, thus ensuring more efficient use of energy resources. Research into high-strength-to-weight ratio reinforced polyamides has gained momentum in the automotive sector, leading to the increasing use of these materials. Polyamides, being thermoplastic polymers, are recyclable, contributing to environmentally friendly practices. Furthermore, by incorporating glass fiber reinforcement into polyamides, strong, lightweight, and cost-effective materials can be produced. In this study, the production of the suspension piston, which is used to connect the suspension bellows to the vehicle's lower axle in heavy commercial vehicles, was aimed to be realized using glass fiber-reinforced thermoplastic composite material instead of traditional cold metal forming. Plastic injection molding was chosen as the production method. The design and production of the suspension piston were the subject of research and analysis. During the study, after designing the product and its mold in CAD programs, the design was optimized using CAE programs to achieve the best possible design. Especially, the analyses conducted using the finite element method not only help predict how the product will respond to real-world physical effects but also assist engineers and scientists by reducing the need for prototyping and minimizing material and energy consumption. The efforts aimed to produce a product with good specific strength, suitable for mass production, and recyclable.

Keywords: Composite Material, Suspension Piston, Thermoplastic Polymer

COMPLEXIFIED OCTONIONIC MATRIX REPRESENTATION OF COMPRESSIBLE FLUID EQUATIONS

Prof. Dr. SÜLEYMAN DEMİR
Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Physics
sudemir@eskisehir.edu.tr

Prof. Dr. MURAT TANIŞLI
Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Physics
mtanisli@eskisehir.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. NESLİHAN ŞAHİN
Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Physics
neslihansahin@eskisehir.edu.tr

Lecturer PhD. TÜLAY TOLAN
Eskişehir Technical University, Faculty of Science, Department of Physics
ttolan@eskisehir.edu.tr

Abstract
Several attempts in the literature prove the formal similarity between fluid dynamics and classical electrodynamics. Actually, these efforts aim to express the basic equations of fluids in a form similar to Maxwell's equations of electromagnetism. The dynamics equations governing a compressible flow form a set of Maxwell equations for the Lamb vector and vorticity, which play a role analogous to the electric and magnetic fields in electromagnetism, respectively. On the other hand, there are also many attempts in the relevant literature based on hypercomplex numbers to find an alternative way to describe the well-known physics equations. In this work, using the resemblance between the basic equations of electrodynamics and fluid dynamics, special matrix equations related to complexified octonions have been introduced for the reformulation of fluid equations. These derived expressions prove that matrices can be used for summarizing the well-known equations of compressible fluids compactly and elegantly.
Acknowledgements: This study was supported by Eskisehir Technical University Scientific Research Projects Commission under the grant no:22ADP351

Keywords: Compressible Fluid, Matrix, Octonion

PYSPARK: A TOOL FOR SCALABLE DATA ANALYTICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS

Assist. Prof. Dr. ERHAN KAVUNCUOĞLU
Cumhuriyet University, Gemerek Vocational School, Department Of Computer Technologies
ekavuncuoglu@cumhuriyet.edu.tr

Abstract
Artificial intelligence undoubtedly plays an important role in today's technological world. These smart technologies offer various methods for data scientists and analysts to effectively analyze and process large amounts of data. This study examines the use of Pyspark, a tool that supports artificial intelligence and big data analytics. Pyspark is an Apache Spark library that utilizes the features of the Python programming language and is optimized to meet the requirements of artificial intelligence applications. When used for both data preparation and model training, Pyspark can effectively run artificial intelligence algorithms on big data. The focus of this study is to describe the advantages that Pyspark provides in the field of big data analytics and artificial intelligence. Our research demonstrates how Pyspark can be used in artificial intelligence applications with examples. Many artificial intelligence methods such as natural language processing, image processing, deep learning, and prediction models can be implemented through Pyspark. Furthermore, Pyspark has been proven to be a scalable solution for big data analytics. By relying on distributed systems to effectively process large data sets, Pyspark can minimize scalability issues and provide faster results. This allows artificial intelligence models to effectively analyze large amounts of data and produce more accurate results. In conclusion, this study presents how data analytics can be performed in the field of artificial intelligence using Pyspark, and showcases its impact on big data processing. The use of Pyspark in the field of artificial intelligence provides a new perspective for data scientists and researchers, accelerating progress in this field. Additionally, it serves as a fundamental resource for those looking to explore new opportunities at the intersection of artificial intelligence and big data.

Keywords: Apache Spark, Pyspark, Artificial Intelligence

APPLICATION OF TIME SERIES APPROACHES WITH FIFO METHOD IN FALL DETECTION STUDY

Assist. Prof. Dr. MEHMET AKİF BUZPINAR
Cumhuriyet University, Gemerek Vocational School, Department Of Chemistry And Chemical Processing Technologies
mbuzpinar@cumhuriyet.edu.tr

Abstract
Falls in older adults are one of the main causes of serious injuries that limit their daily activities. Therefore, with the increasing elderly population, fall detection and prevention studies have become even more important. This study focuses on the analysis of time series data used for fall detection and presents the performance improvement achieved through the use of artificial intelligence algorithms and the FIFO (First-In-First-Out) method. The FIFO approach offers several advantages such as faster generation of real-time artificial intelligence predictions, efficient memory management, and relational data ordering. In particular, FIFO approaches are known to significantly enhance the performance of artificial intelligence models in problems that require continuous high data flow and real-time predictions. Artificial intelligence approaches, especially deep learning, are effective in pattern recognition, extracting hidden relationships, and analyzing time series data. Fall detection is a high-priority topic that is often addressed using time series data. This study investigates how the FIFO method can be implemented for fall detection using time series data and highlights the benefits and challenges of this approach. In conclusion, this study aims to draw attention to the potential advantages and disadvantages of the FIFO method for researchers in the field of fall detection and time series data analysis. FIFO approaches are emphasized as a more effective option in terms of memory management, data integrity, and compatibility in any application involving real-time data flow. This study demonstrates that future fall detection and time series data analysis studies can generate more effective real-time artificial intelligence models using the FIFO approach.

Keywords: Artificial Intelligence, Fifo, Time Series, Fall Detection

PHILOSOPHY OF BIOINFORMATICS

PhD. GÜLŞAH KEKLİK
Çukurova University, Faculty Of Agriculture, Department Of Animal Science
gulsahkeklk@gmail.com

Abstract
With the increase in developments in science and technology, the formation of many databases and the increase in data entries in these databases have led to the emergence of new software programs. Thanks to these software programs, it is aimed to store and access data quickly and easily through organised information. The fact that experimental methods used to determine protein structures are costly and time-consuming has made the use of methods and techniques based on statistics and computer science compulsory. Bioinformatics is a multidisciplinary science born from the combination of biology, medical sciences, information technologies, mathematics, and biostatistics for the analysis and evaluation of data obtained from biological systems and is based on the use of information technologies to explain biological problems at the molecular level. The creation of bioinformatics databases for the storage of biological information, the correct and understandable evaluation of the information in databases with various methods and approaches is only possible by understanding the philosophy of bioinformatics correctly and questioning it. The fact that the need for trained human resources in this field is increasing day by day is of great importance in terms of understanding the philosophy and role of bioinformatics.

Keywords: Philosophy of Bioinformatics, Bioinformatics Databases, Information Technologies

A RESEARCH ON THE WORKING PRINCIPLES AND PURPOSES OF KINETIC ARCHITECTURAL SYSTEMS

BERİL DENİZ SARIOĞLU
Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture
berildeniz.sarioglu@gazi.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. ASENA SOYLUK
Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture
asenad@gazi.edu.tr

Abstract
Technology, which is in constant development and change, affects every aspect of our lives. These developments, which affect our lifestyle, needs and expectations, also affect and change architectural products, which are closely related to all these. With this interaction, it is possible to design architectural products that can respond to the changing needs of users or changing environmental conditions. Instead of static architecture designed to provide a function, kinetic architecture, which can have a flexible design that can meet different needs, is being researched. Kinetic architecture products, which are desired to have flexible design, can include moving structures or building components and various mechanisms. With this feature, kinetic systems are an interdisciplinary field. The kinetic design approach, which includes architecture and engineering disciplines as well as robotic technologies, is fed by new building materials and developing construction techniques. With technological developments that enable the production of complex details, the application area of kinetic architecture is expanding. The aim of this study is to examine what kinetic architecture systems are, their working principles and examples of kinetic architecture; and to analyze the intended use of these systems. Within the scope of the study; the short history of kinetic architecture, the purposes of application and working principles of kinetic systems are explained and examples of kinetic architecture are examined.

Keywords: Kinetic Architecture, Kinetic Systems, Flexible Design

UNDERSTANDING EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS AND ANALYSIS METHODS THROUGH MEGA SOFTWARE

PhD. GÜLŞAH KEKLİK
Çukurova University, Faculty Of Agriculture, Department Of Animal Science
gulsahkeklk@gmail.com

Abstract
In recent years, genome sequencing has been a highly effective tool to investigate a wide range of biological systems. Numerous steps for the interpretation of raw sequence data require comparative analysis of molecular sequences for each time period to reveal functional genome differences. Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA), a user-friendly software developed to analyse DNA and protein sequence data, provides a set of tools to perform these analyses. MEGA enables a wide range of investigations such as combining sequence alignments, constructing evolutionary trees, estimating genetic distances and variations, and uncovering ancestral sequences. There are some bioinformatics methods to estimate the past knowledge of organisms from their current knowledge. The phylogenetic tree is similar to the evolutionary tree in terms of relationships between biological entities, and the relationships between various species, organisms, genes, etc. in the phylogenetic tree structure are shown by dendograms. Analyses can be performed on nucleic acid, protein, DNA and RNA sequences. There are basically two trees: rooted and unrooted phylogenetic trees. The root is represented by the rooted phylogenetic tree type and is not represented in the unrooted tree, but it can be considered as a root tree because some characters are mapped to the data used. The common ancestor is represented by the root of the phylogenetic tree and the branches of the nodes in the tree represent recent biological information. MEGA software was used to estimate the relationships shown in this figure. In this study, phylogenetic tree construction and evolutionary roots detection and analysis methods were investigated through MEGA 11 software programme on a working file containing data of 10 strains (KC710304.1, KC710305.1, KC710306.1, KC710307.1, KC710308.1, KC710309.1, KC710310.1, KC710311.1, KC710312.1 and KC710313.1) of *Thermoplasma acidophilum* bacteria obtained from NCBI data bank.

Keywords: MEGA Software, Phylogenetic Tree, Nucleic Acid Sequences, Protein Sequences

ARCHITECTURAL EXPRESSION OF THE CHANGING FACE OF MUSEUMS SHAPING WITH TITANIUM

BERİL DENİZ SARIOĞLU
Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture
berildeniz.sarioglu@gazi.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. ASENA SOYLUK
Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture
asenad@gazi.edu.tr

Abstract
Today, architecture is one of the disciplines most affected by changing and developing technology. With the influence of developing design methods, different forms are experimented and these forms are combined with new materials to create extraordinary structures. The aim of the study is to examine different form experiments within the scope of museum architecture; also to introduce the properties of titanium material, which is increasingly used in architecture but is not widely known and is thought to be suitable for the changing understanding of museum architecture. In the study, museum buildings shaped by the changing understanding of museum architecture are analyzed. The relationship between architectural structure and perception is examined with the concepts of form, shape, facade and material. By focusing on the unity of form and material; the architectural aesthetics brought by these concepts are analyzed through selected museum buildings.

Keywords: Aesthetics, Architectural Design, Façade, Form, Museum Architecture, Titanium

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EDIBLE FILM COATING FORMULATIONS FOR ORANGE AND LEMON FRUITS

NACİYE GÜL
Gebze Technical University, Science, R&d
naciye.yener@petroyag.com

PhD. MUSTAFA AKIN
Kocaeli University, Science, R&d
mustafa.akin@petroyag.com

Engineer EMRE BERBER
Süleyman Demirel University, Science, Production
emre.berber@coralinnovative.com

Abstract
The fruit and vegetable production potential in our country is quite high. The conditions encountered by produced fruits and vegetables during storage affect the freshness and shelf life of fruits and vegetables. For this reason, many preservation methods have been developed to prevent spoilage of fruits and vegetables and to inhibit pathogenic microorganisms [1]. One of these developed techniques is edible films and coatings [2,3]. Edible films and coatings; By keeping oxygen, carbon dioxide and lipid transfer under control, it improves the mechanical properties of the food system, reduces the loss of taste and aroma substances, increases fruit and vegetable quality and shelf life by keeping antioxidants, antimicrobial substances, pigments, ions and vitamins that stop browning reactions in the product. [4-9]. Edible films and coatings, which create a non-sticky and non-oily surface on fruits and vegetables [10], provide protection by reducing crushing of fruits and vegetables and thus contribute to the integrity of fruits and vegetables [11,12]. In addition, edible films are preferred because they have many advantages such as edibility, biodegradability and biocompatibility [13]. In this study, four different designed coating formulations in three different emulsion types, carnauba wax-based, carnauba wax-shellac-based and shellac-based, were developed and applied to the surface of lemon and orange. Within the scope of the study, the shelf life of citrus fruits after coating them with edible films was evaluated. The designed coating formulations were prepared at 400 rpm mixing speed and 85°C temperature conditions. Water solubility, moisture content and antimicrobial activities of the designed coating formulations were examined. Additionally, the physical and chemical properties of the coated fruits were analyzed. Within the scope of stability studies, coated citrus fruits were observed at +4 °C and room conditions for 12 days. As a result of the stability studies, moisture content, water solubility, anti-microbial activities and mass loss analyzes of the coatings were carried out. As a result of these analyses, when the conditions of the coated fruits were examined both at +4 °C and at room temperature, the best results were obtained in the coating worked with Formula 1. It has been determined that the created coatings have antimicrobial activity against both gram-positive and gram-negative bacteria[14].

Keywords: Fruit Coating, Beeswax Emulsion, Carnauba Wax

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF STEARIC ACID AS COMPATIBILIZER IN PE/PLA BLENDS

NAHİDE ELİF AŞCI KIYMAZ
Bursa Technical University, Faculty Of Engineering And Natural Sciences, Polymer Materials Engineering
elif__asci@hotmail.com

Assist. Prof. Dr. ÖMER YUNUS GÜMÜŞ
Bursa Technical University, Faculty Of Engineering And Natural Sciences, Polymer Materials Engineering
omer.gumus@btu.edu.tr

Prof. Dr. MURAT ERTAŞ
Bursa Technical University, Faculty Of Engineering And Natural Sciences, Forest Industry Engineering
murat.ertas@btu.edu.tr

Abstract
Intensive studies on the creation of PE/PLA blends are continuing. This is being done both to increase the mechanical properties of PLA and to favourably improve the biodegradability and carbon footprint of PE. The incompatibility between PLA and PE stands out as a major obstacle. In order to solve the compatibility problem, the use of compatibilizers was preferred in all studies. According to the literature, MA-g-PE is the most widely used compatibilizer. However, there are disagreements about it is useful. One of the most important factors in improving the properties of polymer blends is to increase the effect of the compatibilizer. In this study, the compatibilizing effect of stearic acid on PE/PLA blends was investigated. For this purpose, PE/PLA blends containing 20% PLA by weight were produced by melt mixing method using twin screw extruder in film form. The mechanical properties of the films were investigated by tensile tests in accordance with TS EN ISO 527-2 standard. While the strength of PE was determined as 3,49 kgf/cm by mechanical tests, this value was determined as 3,95 kgf/cm in PE/PLA blend. With the use of stearic acid as a compatibilizer, the strength value increased and was determined as 2,91 kgf/cm.

Keywords: Stearic Aacid, Biopolymers, Biodegradable Pp, Pla, Blend

*We would like to thank TÜBİTAK BİDEB 2244 Industrial Doctorate Program (Project number: 119C092) for their support to this study.

MODELING ANTI SUBMARINE WARFARE (ASW) USING MACHINE LEARNING AND REINFORCEMENT LEARNING ALGORITHMS

HAKAN AKYOL
Çankaya University, Institute Of Science And Technology, Data Analytics
akyol.h4434@gmail.com

Prof. Dr. HAYRİ SEVER
Çankaya University, Engineering Faculty, Computer Engineering
sever@cankaya.edu.tr

Abstract
Submarines have been platforms that can directly affect the course of war from the moment they first appeared on the battlefield. While these platforms can be a great force multiplier when used as a friendly element, they will be a great risk when they are used as a threat. For this reason, it is very important to have an effective defense structure against platforms that have such a great impact in the field of operations. In this study, the necessary platforms (warship, aircraft and helicopter) and the number of weapons to be fired from these platforms were tried to be calculated in order to have an effective defense structure against threat submarines. In this context, firstly, the data to be used in the study were defined and the said data were pre-processed. In this regard, the parameters affecting submarine defense warfare were determined and a 220-line source data set was created from data with appropriate distributions for these parameters. Then, new data sets were created by using 8 different synthetic data generation techniques (the number of rows in the data set was increased to 10000 with each technique) to increase the number of data in this data set. Subsequently, a series of tests were applied to the created data sets to determine which technique would be used to increase data, and the synthetic data generation technique that gave the best results was determined. As a result of the examination, it was determined that the most suitable data augmentation method was the MDO method. Then, the number of weapons required to destroy each threat submarine was determined by using 10000 data created by the MDO method and 7 different machine learning models. In the next part of the study; First, threat submarine detection probabilities were calculated. Then, using detection probabilities, number of weapons to be fired and platform/weapon costs, and using the Reinforcement Learning algorithm, the results obtained from various operational modes were calculated to destroy all threat submarines. According to these calculations, the optimal mode of operation was determined. In the last part of the study, the gains to be achieved are mentioned.

Keywords: Anti Submarine Warfare, Data Augmentation, Machine Learning, Reinforcement Learning, Synthetic Data Generation

DEVELOPING BORON-BASED LUBRICANT ADDITIVE PACKAGES WITH ANTI-WEAR AND EXTREME PRESSURE PROPERTIES

Expert SÜMEYYE BİLGİÇ
Petroyağ Lubricants, -, R&d
sumeyye.bilgic@petroyag.com

Expert MUSTAFA AKIN
Petroyağ Lubricants, -, R&d
mustafa.akin@petroyag.com

Expert İMREN MEYDAN
Petroyağ Lubricants, -, R&d
imren.meydan@petroyag.com

EMEL ATILAL
Marmara University, Institute Of Science And Technology, Chemical
emelatilal@marun.edu.tr

MEHMET CAN DURMUŞ
Gebze Technical University, Nanotechnology Institute, -
m.durmus2020@gtu.edu.tr

Abstract
Lubricants are essential materials required in various industrial fields. However, base oils alone may be insufficient, so additives that enhance their tribological properties are added to lubricants. Using high-performance lubricants is of great importance in protecting industrial equipment and making facilities more long-lasting, efficient, and reliable [1-4]. In recent years, with the increasing demand for environmentally friendly products, the long-term environmental effects of lubricants are being taken into consideration. Research has been focused on new generation low-toxicity friction-reducing and anti-wear lubricant additives. Boron-based additives have drawn attention due to their environmental friendliness and cost-effectiveness. These additives are known as organic borate esters and exhibit excellent wear resistance, oxidation inhibition, and biocompatibility properties [5-11]. The aim of this study is to synthesize and characterize pyridine-yl borate esters, a new type of borate esters, as lubricant additives and to examine their tribological performances. For this purpose, the synthesis of dialkyl-(2-(pyridin-2-yl)ethyl) borate esters and new dialkyl 2-(methyl (pyridin-2-yl) borate esters and dialkyl 2-(5)-ethylpyridin-2-yl)ethyl borate esters was carried out. The synthesized borate esters were characterized using physicochemical methods such as IR, 1H NMR, 13C NMR spectroscopy, as well as total acid number and corrosion tests. Furthermore, in the scope of this study, data obtained on the tribological activity of borate esters were used to develop additive packages with different base oils. The tribological properties of these additive packages, especially factors like friction resistance and extreme pressure resistance, were investigated. Additionally, the physicochemical properties of these new additive packages were examined, focusing on important characteristics like oxidation resistance and corrosion resistance. Through this investigation, it was observed that adding the four different molecules at a 0.5% concentration to Group I base oil increased resistance to oxidation, with a greater advantage seen at a 1% w/w concentration. Moreover, the new synthesis of dialkyl 2-(methyl (pyridin-2-yl) borate esters and dialkyl 2-(5-ethylpyridin-2-yl)ethyl borate esters was performed, and the tribological performances of these compounds within base oils were analyzed [12].

Keywords: Borate Esters, Additive Package, Lubricants, Tribological Properties

INVESTIGATION OF NUCLEATED POOL BOILING OF ALUMINA NANOFLUID

ONUR AĞMA
Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Mechanical Engineering
onuragma@gmail.com

Prof. Dr. SEBİHA YILDIZ
Yıldız Technical University, Faculty Of Mechanical Engineering, Mechanical Engineering
syildiz@yildiz.edu.tr

Abstract
Nucleate boiling is one of the commonly used methods in applications that require very rapid cooling in terms of heat transfer. Pool boiling is also included in the literature as a method that can be used in different areas, such as nuclear reactors and electronic cooling. In this study, the behavior of aqueous nanofluid containing alumina (Al2O3) nanoparticles on a polished copper surface under atmospheric pressure in the nucleate boiling part was investigated. In addition, comparisons were made in the base fluid and between different surface roughness. The effect of nanofluid on nucleate boiling heat transfer was carried out by comparing it with water, which is the base fluid, and with nanofluid mixed with an ultrasonic homogenizer. According to the study's results, changes in the heat transfer coefficient were examined. As a result of this investigation, it was noted that although an 18% decrease in the heat transfer coefficient was achieved with nanofluid, the temperature difference-heat flux graph shifted the graph to the right. In addition, it has been revealed that increasing surface roughness increases heat transfer by 106% and ultrasonic mixing increases heat transfer by 9%. It has been discussed that it is related to the change of the thermal conductivity of the nanofluid as well as the change of the surface on which the boiling takes place.

Keywords: Nucleate Pool Boiling, Nanofluid, Alumina, Polished Copper

SYNTHESIS OF SONO-PHOTO SENSITIZER FOR SPDT APPLICATIONS

KAAN GÜNEŞ
Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Chemistry-inorganic Chemistry
kkaangunes@gmail.com

Prof. Dr. ALİ ERDOĞMUŞ
Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Chemistry-inorganic Chemistry
aerdog@yildiz.edu.tr

Abstract
Photodynamic therapy (PDT) requires three essential components for the effective treatment of various cancer types: a photosensitizer, a light source, and molecular oxygen. PDT is based on the principle that, upon excitation of the photosensitizer, an light-activated drug, and the interaction of light and oxygen, a chain reaction occurs within the cell, leading to cellular responses such as apoptosis, necrosis, or autophagy [1]. On the other hand, it has been observed that many photosensitizer substances are sensitive to ultrasound (US) waves. Under the influence of ultrasound, these substances can induce necrosis and cell death. This process is referred to as sonodynamic therapy (SDT). Combining PDT and SDT is expected to enhance treatment efficacy by applying proper doses of agents sensitive to light and ultrasound, thereby increasing the treatment depth or thickness. This approach is known as sono-photodynamic therapy (SPDT) [2]. Metallophthalocyanines (MPcs) have become a subject of intensive study due to their diverse applications, including industrial uses such as catalysts and photoconductors, as well as biomedical applications. Specifically, zinc (II) phthalocyanine (ZnPc) complexes have been extensively investigated for their photosensitizing properties [3]. The addition of peripheral or axial groups to zinc phthalocyanine complexes has been found to increase solubility. Furthermore, zinc phthalocyanine complexes contribute to the development of photoactive substances known as third-generation photosensitizers, which can selectively target certain cancer cells [4]. This study explores the synthesis of compounds designed for SPDT applications, focusing on a sensitizer called peripheral tetrakis-(4-fluorothiophenylphthalocyaninato zinc (II)) and non-peripheral tetrakis-(4-fluorothiophenylphthalocyaninato zinc (II)). REFERENCE [1] Erdem, S. S., Akgül Obeidin, V., Parlar, R. E., & Şahin, U. (2018). Over kanserine yönelik fotodinamik terapi temelli kombinasyon terapi uygulaması. Zeynep Kamil Tıp Bülteni. [2] Bakhshizadeh, M., Moshirian, T., Esmaily, H., Rajabi, O., Nassirli, H., & Sazgarnia, A. (2017). Sonophotodynamic therapy mediated by liposomal zinc phthalocyanine in a colon carcinoma tumor model: Role of irradiating arrangement. Iranian journal of basic medical sciences, 20(10), 1088. [3] Ogunsipe, A., Maree, D., & Nyokong, T. (2003). Solvent effects on the photochemical and fluorescence properties of zinc phthalocyanine derivatives. Journal of Molecular Structure, 650(1-3), 131-140. [4] Zhang, X. F., & Xu, H. J. (1993). Influence of halogenation and aggregation on photosensitizing properties of zinc phthalocyanine (ZnPC). Journal of the Chemical Society, Faraday

Keywords: Zinc Phthalocyanine, Photophysical Properties, Singlet Oxygen, Photodynamic Therapy, Sonodynamic Therapy, Sonophotodynamic Therapy

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF MANNITOL CAPRYLATE/CAPRATE ESTERS USED IN THE COSMETICS INDUSTRY

DENİZ ZENGİN
Düzce University, Faculty Of Chemistry, Chemistry
denizzenginn_@hotmail.com

Prof. Dr. HALİL İBRAHİM UĞRAŞ
Gedik University, Engineering Faculty, Engineering Faculty, Metallurgy And Materials Engineering
halilugras@gmail.com

Abstract
The cosmetic industry is a sector that continuously expands its product diversity. It encompasses a wide range of products, not limited to just makeup but also including daily personal care items. This diversity has led consumers to become more discerning, encouraging them to prefer natural and healthy products. Therefore, the development of natural and biodegradable products in the cosmetic industry is of great importance for both consumers' health and environmental protection. Esters play a significant role in the cosmetic industry, with their biobased and biodegradable properties being one of their main advantages. Ester compounds can serve various purposes in cosmetic products, from moisturizers to odor eliminators. This study aims to develop high bioavailability products for the cosmetic sector. Esterification reactions were conducted using mannitol, a biodegradable sugar alcohol, and caprylic capric acid obtained from plant sources as a fatty acid. The optimum reaction temperature for all esterification reactions was determined to be 180°C. The resulting products were evaluated based on parameters such as acid number, viscosity, color, saponification numbers, reaction yield, and reaction time. Additionally, the products were characterized using spectroscopic methods such as FTIR.

Keywords: Esters, Cosmetics, Mannitol, Caprylic Capric Acid, Catalyst

OPTIMIZATION OF CLINOPTILOLITE TYPE ZEOLITE SIZE ON DIFFERENT NLGI GRADE LITHIUM SOAP GREASE FORMULATIONS

SEVDA ŞAHAN
Hacettepe University, Nanotechnology And Nanotype, Potem
ssahan@petrolofisi.com.tr

ECE KORKUT
Yıldız Technical University, Chemical Engineering, Potem
ece.korkut@petrolofisi.com.tr

ALEYNA GÖKÇE
Ankara University, Chemical Engineering, Potem
aleyna.gokce@petrolofisi.com.tr

EMRE ONAN
Kocaeli University, Chemical Technology, Potem
emre.onan@petrolofisi.com.tr

Abstract
Particle sizes of zeolites vary according to usage areas and needs. Zeolites ratios for required performance characteristics of lithium soap greases have been optimized in our previous study as 1%. In this study, we have been examined improvement of water resistance characteristic performance with using different size zeolites like: 10 µm, 40 µm, 100 µm and 700 µm. Three different NLGI grades lithium soap have been used: 00, 2 and 3. The zeolite size that showed highest water resistance performance was selected. Additionally, we have been reported that zeolites deteriorate extreme pressure performance characteristics of greases. Because of this reason we have been also studied with a commercial extreme pressure additive to increase load resistance of formulations. Appropriate size zeolite type with optimized ratio used in studied formulations. And performance characteristics like: appearance, penetration, dropping point, NLGI no, wear scar, weld load, water spray and water washout have been reported.

Keywords: Lubricant, Lithium Grease, Clinoptilolite Zeolite, Water Resistance, Load Resistance

BIDIRECTIONAL RESONANT CLLLC CONVERTER DESIGN AND ANALYSIS FOR EV CHARGING APPLICATION

ÖMER EMRE PEPEÇ
Kocaeli University, Engineering Faculty, Electrical Engineering
emre.pepec@gmail.com

Assist. Prof. Dr. MURAT ÜNLÜ
Kocaeli University, Engineering Faculty, Electrical Engineering
muratunlu@kocaeli.edu.tr

Abstract
The increasing adoption of electric vehicles (EVs) has led to increased interest in the components required for their operation, such as DC-DC converters, battery chargers, motor drive systems, etc. Among these, battery chargers play an important role in ensuring the efficient and reliable operation of electric vehicles. Battery chargers include DC-DC converters known for their high efficiency, cost-effectiveness and wide output voltage range. This research paper presents a systematic methodology for designing bidirectional DC-DC converters based on Capacitor-Inductor-Inductor-Inductor-Capacitor (CLLLC) resonant converter topology, specifically designed for battery chargers in EV applications. Thanks to the symmetrical structure of the circuit, bidirectional power flow control becomes less complicated. This converter also features soft switching which increases its efficiency. The design process emphasizes performing soft switching and determining resonance tank parameters. It also provides gain equations for both forward and reverse modes to ensure operation within the desired output voltage range. These design procedures were validated using a CLLLC BiDC model rated by LTspice.

Keywords: Clllc Resonant Converter, Soft-switching, Battery Charging System

A META CLASSIFIER APPROACH: METARF

Lecturer PhD. BURCU DURMUŞ
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty Of Science, Department Of Statistics
burcudurmus@mu.edu.tr

Prof. Dr. ÖZNUR İŞÇİ GÜNERİ
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty Of Science, Department Of Statistics
oznur.isci@mu.edu.tr

Abstract
Ensemble learning is a popular and intensively studied area in machine learning and pattern recognition to improve classification performance. Random forest is very important in terms of providing fast and effective results. In this study, we focused on meta-ensemble classifiers called MetaRF to use the advantages of the Random Forest classifier. In the experimental study, Random Forest base learner and seven meta-learners (AdaBoost, Bagging, Stacking, UltraBoost, AttributeSelectedClassifier, RandomSubSpace, FilteredClassifier) were used on three datasets (wine, liver disorders, iris) in the UCI Machine Learning Repository. Experimental results have shown promising results in terms of accuracy rate, precision, sensitivity and F-measure values. In future studies, it is planned to repeat the analyzes with different data sets and discuss the results comparatively.

Keywords: Meta Methods, Random Forest, Classification Analysis

THE MONTY HALL PROBLEM: PROBABILISTIC, BAYESIAN AND SIMULATION APPROACH

Lecturer PhD. BURCU DURMUŞ
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty Of Science, Department Of Statistics
burcudurmus@mu.edu.tr

Prof. Dr. ÖZNUR İŞÇİ GÜNERİ
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty Of Science, Department Of Statistics
oznur.isci@mu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. AYNUR İNCEKIRIK
Manisa Celal Bayar University, Faculty Of Economics And Administrative Sciences, Department Of Econometrics
aynur.incekirik@bayar.edu.tr

Abstract
The Monty Hall problem is a probability puzzle that originated in the American TV game show Let's Make a Deal. The problem is whether it is profitable to change your choice. Let's say you're on a game show and you get to choose one of three doors. There is a car behind one of the doors, and goats behind the others. You choose one of the doors, let's say the first one, and the presenter, who knows what is behind the doors, opens one of the other doors, let's say the third one with a goat behind it. It then asks you: "Would you like to choose the second door?" Is it in your best interest to change your choice? In this study, the Monty Hall problem is discussed with probabilistic, Bayesian and Simulation approaches and how changing decisions affects the outcome is discussed.

Keywords: Monty Hall, Probability, Paradox

PHARMACEUTICAL RESIDUES IN THE ENVIRONMENT: RISK ASSESSMENT FOR ECOSYSTEMS AND HUMAN HEALTH

Prof. Dr. LYUDMYLA SYMOCHKO
University Of Coimbra, Coimbra, Portugal, -, Life Sciences
lyudmilassem@gmail.com

Abstract
The presence of pharmaceutical residues in the environment has emerged as a complex and pressing concern, necessitating comprehensive risk assessment to safeguard ecosystems, and human health, and address the burgeoning issue of antibiotic resistance. The ecological impact of pharmaceutical residues on aquatic and terrestrial ecosystems including changes in biodiversity. The potential risks to human health, stemming from the consumption of contaminated water, agricultural products, and fish, are assessed in the context of exposure to pharmaceutical residues. The risk assessment for ecosystems and human health involves evaluating acute and chronic toxicity, bioaccumulation, and long-term ecosystem disruption. The results of monitoring studies have shown that long-term application of organic manure contaminated by antibiotics causes the formation of soil resistome and the spread of antibiotic-resistant microorganisms. Number of antibiotic resistant bacteria increased in 2,23 times during 5 years. Long-term use of organic fertilizers containing pharmaceutıcal resıdues led to a disruption of the structure of the soil microbiome and an increase in the number of antibiotic-resistant bacteria, including ESKAPE. Management of soil microbiota is vitally important for safeguarding public health. Monitoring antibiotic resistance is an additional tool for controlling and managing biosecurity in the ecosystems, which is very important for implementing the «One Health» concept.

Keywords: Ecosystem, Health, Pharmaceuticals, Monitoring

VALORIZATION OF ARBUTUS UNEDO L. FRUIT WASTE FOR SUSTAINABLE (BIO)DYES IN THE TEXTILE INDUSTRY

Prof. Dr. MARIA NAZARÉ COELHO PINHEIRO
Coimbra Polytechnic- ISEC, Coimbra Institute Of Engineering, Chemical And Biological Department
mnazare@isec.pt

FILIPA FONSECA
Coimbra Polytechnic- ISEC, Coimbra Institute Of Engineering, Chemical And Biological Department
ffonseca@isec.pt

Prof. Dr. LYUDMYLA SYMOCHKO
University Coimbra, University Of Coimbra, Department Of Life Sciences
lyudmilassem@gmail.com

Abstract
Arbutus unedo L. (strawberry tree) is a typical shrub or small tree found in the Mediterranean region, highly valued for its fruit. The fruit (medronho) is edible and very rich in vitamins, particularly in vitamin C, with values comparable to citrus fruits. It is commonly used in the production of liqueurs and brandies. Aguardente de medronho is a popular spirit fruit drink produced exclusively by alcoholic fermentation and distillation of fleshy fruits with a great acceptattion in Portugal. However, this activity generates a significant volume of waste. This study evaluated the potential use of the distillation mash waste from "aguardente de medronho" production as a source of bio-dyes for the textile industry. Dyeing experiments were conducted using three different textile substrates: cotton, wool, and cationized cotton, at 50 ºC with agitation for 100 minutes. After dyeing, the samples were washed with cold water and hot water for 10 min each, and then were dried under natural light exposure to assess color fastness. Finally, color assessment was made according to the CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) system. The fabric samples yielded a range of uniform earth tones, from intense brownish-gray to light cream, demonstrating potential for commercial viability. The results suggest that the proposed eco-valorization of the waste from arbutus fruit processing deserves further exploratory research to consolidate improvements in color fastness properties. The substitution of chemical dyes in the textile sector by natural dyes derived from bio-based products and residues is an up-to-date subject that promotes environmentally sustainable practices and the advancement of a circular economy.

Keywords: Waste Valorization, Strawberry Tree, Natural Dye

FULL TEXT PAPERS

In this area, there are full-text papers sent to the Incohis 2023 Autumn congress that meet the conditions of the congress.

KİNETİK MİMARİ SİSTEMLERİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ VE AMAÇLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mimar BERİL DENİZ SARIOĞLU
Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Tezli YL Programı
berildeniz.sarioglu@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1512-0430

Doç. Dr. ASENA SOYLUK
Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
asenad@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6905-4774

Özet
Günümüzde sürekli olarak gelişim ve değişim içinde olan teknoloji, hayatımızın her alanını etkilemektedir. Yaşam tarzımızı, gereksinimlerimizi ve beklentilerimizi etkileyen bu gelişmeler; tüm bunlarla sıkı ilişkili olan mimarlık ürünlerini de etkilemekte ve değiştirmektedir. Bu etkileşim ile birlikte, kullanıcıların değişen ihtiyaçlarına veya değişen çevresel koşullara cevap verebilecek mimari ürünlerin tasarlanması söz konusu olmaktadır. Bir fonksiyonu sağlamak amacıyla tasarlanmış statik (durağan) mimarlık yerine, farklı ihtiyaçları da karşılayabileyecek esnek tasarıma sahip olabilen kinetik (hareketli) mimarlık araştırmaları yapılmaktadır. Esnek tasarıma sahip olması istenen kinetik mimarlık ürünleri, hareketli yapı veya yapı bileşenleri ve çeşitli mekanizmalar içerebilmektedir. Bu özelliği ile kinetik sistemler disiplinler arası bir alan olmaktadır. Mimarlık ve mühendislik disiplinlerinin yanı sıra robotik teknolojiler de içeren kinetik tasarım anlayışı; yeni yapı malzemeleri ve gelişen inşaat teknikleri ile beslenmektedir. Karmaşık detayların üretilmesine olanak sağlayan teknolojik gelişmeler ile birlikte, kinetik mimarinin uygulama alanı genişlemektedir. Bu çalışmanın amacı; kinetik mimarlık sistemlerinin neler olduğunu, çalışma prensiplerini ve kinetik mimarlık örneklerini inceleyerek; bu sistemlerin kullanım amaçlarını analiz etmektir. Çalışma kapsamında; kinetik sistemlerin uygulanma amaçları ve çalışma prensipleri açıklanarak kinetik mimarlık örnekleri incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Kinetik Mimarlık, Kinetik Sistemler, Esnek Tasarım

A RESEARCH ON THE WORKING PRINCIPLES AND PURPOSES OF KINETIC ARCHITECTURAL SYSTEMS

Abstract
Technology, which is in constant development and change, affects every aspect of our lives. These developments, which affect our lifestyle, needs and expectations, also affect and change architectural products, which are closely related to all these. With this interaction, it is possible to design architectural products that can respond to the changing needs of users or changing environmental conditions. Instead of static architecture designed to provide a function, kinetic architecture, which can have a flexible design that can meet different needs, is being researched. Kinetic architecture products, which are desired to have flexible design, can include moving structures or building components and various mechanisms. With this feature, kinetic systems are an interdisciplinary field. The kinetic design approach, which includes architecture and engineering disciplines as well as robotic technologies, is fed by new building materials and developing construction techniques. With technological developments that enable the production of complex details, the application area of kinetic architecture is expanding. The aim of this study is to examine what kinetic architecture systems are, their working principles and examples of kinetic architecture; and to analyze the intended use of these systems. Within the scope of the study; the purposes of application and working principles of kinetic systems are explained and examples of kinetic architecture are examined.

Keywords: Kinetic Architecture, Kinetic Systems, Flexible Design

1. GİRİŞ

Esneklik kavramının, TDK'deki kelime anlamı *'esnek olma durumu, elastikiyet'* olarak geçmektedir (URL-1). Buradaki tanımında mimarlık alanında kullanımına yönelik ayrıca bir açıklama verilmemiştir. İngilizce karşılığı olan 'flexibility' kelimesinin anlamına yabancı sözlüklerde baktığımızda ise *'yeni, farklı veya değişen gereksinimlere uyum sağlama'* şeklindeki tanımından mimarlıktaki kullanımını da kapsayan bir açıklama mevcuttur(URL-2). Mimarlıktaki esneklik özelliği, kullanıcısının zaman içerisinde talep edebileceği değişimlere karşılık verebilmesi ve uyum sağlayabilmesidir. Günümüzdeki kullanıcı profili geçmişe göre daha çeşitlidir ve bu çok sesliliğin mekanlara da yansımaları söz konusudur. Beklenti ve ihtiyaçların farklılaşması, mekanların da dönüşümünü ve değişimini gerekli kılmaktadır (Soyluk & Yıldız, 2017). Araştırmanın amacı kinetik sistemlerin kullanım amaçlarını ve çalışma prensiplerini inceleyerek; bunları kinetik sistem kullanılan mimari yapı tipolojileri üzerinden irdelemektir.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışmanın yönteminde veri toplama ve analizi kullanılmıştır. Kinetik mimarlık ile ilgili literatür taraması yapılmış, kaynaklar incelenmiştir. Kinetik mimarlığın ne olduğu, amacı, çalışma prensipleri açıklanarak; geçmişten günümüze kadar üretilmiş olan kinetik mimarlık ürünleri incelenmiştir. Bu ürünlerin tipolojileri, sahip oldukları hareket türleri ve hareket eden elemanları analiz edilerek tablolaştırılmıştır.

2.1. Kinetik Sistemlerin Çalışma Prensipleri

Gelişmekte olan teknolojinin ve disiplinler arası çalışmaların yardımıyla hareketli sistemler oluşturmanın amaçları 4 başlık altında toplanabilmektedir. Bunlar; fonksiyonel esneklik sağlama, enerji tasarrufu/üretimi, görsel dönüşüm ve estetik olarak adlandırılmıştır (Megahed, 2017). Amacı esnek tasarımlar yapmak olan kinetik mimari, bunu yapının tümüyle veya yapının elemanları ile sağlamaya çalışmaktadır. Bu açıdan kinetik mimarlığı taşınabilir ve biçim değiştirebilen mimari olmak üzere 2 grupta incelenmektedir. Taşınabilir (mobil) mimari; yapıyı oluşturan elemanların/bileşenlerin tümünün ya da bir kısmının sökülüp taşınarak, farklı yerlerde tekrar tekrar birleştirilebilmesi ile yeni mekansal gereksinimlere cevap verebilmek için yeniden kurgulanmaları olarak tanımlanmaktadır. Biçim değiştirebilen mimari; yapı elemanlarının tamamının ya da bir kısmının bulunduğu mevcut yerinde belirli bir düzeyde ve sistemde hareket etmesi ile (şekil-boyut değiştirme, büzülme, açılma vb.) farklı mekanlar kurgulanması şeklinde ifade edilmektedir. (Korkmaz, 2001). Biçim değiştiren mimaride kullanılan sistemler hareket tipine göre genel olarak; kayma, katlanma, dönme ve açılma kapanma olarak sınıflandırılmıştır (İlerisoy & Başeğmez, 2018). Kayar sistemlerde sistemin bir bölümü hedeflenen işlevi sağlamak için, içinde bulunan mekanizması ile kayma hareketi gerçekleştirir. Katlanma hareketinde ise yapı deforme olmadan bütün formu değişir. Basit tanımıyla kâğıt katlama sanatı olan origami katlanma hareketinin temelini oluşturur (Lang, 2004). Döner sistemlerde farklı boyutlardaki sabit elemanlar ve bunlara bağlı olan hareketli elemanların hareketi ile sistemin dönmesidir. Dönme hareketi genel olarak bir aks üzerinde ya da çevresinde olmaktadır. Dönme hareketini yapının kendisi yapabildiği gibi bünyesinde bulunan parçalar da gerçekleştirebilir. Açılır kapanır sistemlerde ise sistemi oluşturan küçük elemanların hareketli bağlantılar aracılığıyla birleşmesi sonucu hacimlerinin büyüyüp küçülmesi söz konusudur. Bu hareketli elemanlar kendi yüklerini taşıyabilecek şekilde sabit konuma gelirler.

2.2. Kinetik Mimarlık Örnekleri

Çalışmanın bu kısmında kinetik mimari örnekleri incelenmiş ve bu örneklerdeki yapı elemanlarının hangi sistemlerle ne düzeyde hareket ettiği irdelenmiştir. Bu inceleme sonucunda bölüm sonunda verilen tablo oluşturulmuştur.

Villa Girasole, 1930

Konum: İtalya / Mimar: Angelo Invernizzi / Yapı Tipi: Konut

Gün boyunca güneşin hareketini takiben aşamalı olarak dönen bir evdir. Bina iki bölümden oluşmaktadır: yaklaşık 42 metrelik dairesel bir taban ve üst kısımlarında "L" şeklinde 2 döner bir blok. Bu iki bölüm, merkezde bir döner eleman ile birleştirilir. Yaklaşık 42 metre yüksekliğe sahip olan kule, bir deniz feneri gibi görünmektedir. Bu kütleyi hareket ettirmek için Invernizzi, 3 dairesel ray üzerinde çalışan 20 tekerlekli bir sistem tasarlamıştır. Tekerlek sistemlerinden 2 tanesi motorludur ve evi harekete geçirir. Yapı 9 saat 20 dakika içinde tam bir dönüş yapabilmektedir (Mulder, 2020).

Civic Arena, 1961-2012

Konum: ABD / Mimar: Mitchell Ritchey Arch / Yapı Tipi: Spor Kompleksi

415 fit çapında, o dönemdeki dünyanın en büyüğü olan paslanmaz çelik kubbeye sahiptir Hidrolik krikolar ile geri çekilebilen parçalardan oluşan bir çatı sistemi mevcuttur. Toplam 8 parça olan bölümlerin her biri 220 ton ağırlığındadır ve altısı da iki dakikadan biraz fazla bir sürede açılabilmektedir (URL-4).

Ernsting Warehouse, 1983

Konum : Almanya / Mimar: Santiago Calatrava / Yapı Tipi: Depo

Bir tekstil şirketi için tasarlanmıştır. Calatrava, doku ve ışığın farklı etkilerini üretmek için alüminyum malzeme kullanmıştır. Yükleme bölmelerinin kapıları için, dikey çıtalar kavisli bir çizgi boyunca menteşelenmiş ve alt noktalarında kaldırılabilen veya indirilebilen yatay bir çerçeveye bağlanmıştır. Bu kinetik sistemli kapılar Calatrava'nın heykelsi, dinamik ve yenilikçi fikirlerinin ilk uygulamasıdır. İnsan
gözünün şekline dayanan bir forma sahiptir (Asefi, 2012).

Arab World Institute Building, 1987

Konum: Paris / Mimar: Jean Nouvel / Yapı Tipi: Enstitü Binası

Restoran, müze, kütüphane, ofisler ve oditoryum gibi bir çok farklı işlevi barındıran yapının cephesi gelişmiş duyarlı sistemlerden oluşmaktadır. Nouvel, Orta Doğu'da yüzyıllarca kullanılan, güneşten koruma ve gizlilik sağlama amaçlı geleneksel örgü işinden ilham alarak bu cepheyi tasarlamıştır. Sistem, binaya girmesine izin verilen ışık miktarını düzenleyen yüzlerce ışığa duyarlı diyafram içermektedir. Merceğin çeşitli aşamalarında değişen geometrik bir desen oluşmakta ve hem ışık hem de boşluk olarak sergilenmektedir. Bu sistem dikkat çekici bir estetik yaratırken, çevresel kontroller açısından da işlevseldir. Açıklık boyutlarını kapatarak veya azaltarak binaya giren güneş miktar kolayca azaltılmaktadır (URL-5).

SkyDome, 1989

Konum: Kanada / Mimar: Rod Robbie / Yapı Tipi: Stadyum

SkyDome, iyi havalarda tamamen açık hava stadyumu ve değişken havalarda ısıtmalı veya klimalı bir kapalı tesis olarak hizmet veren tamamen geri çekilebilir sert çelik çatılı dünyanın ilk büyük çok amaçlı stadyumudur. Çok amaçlı bir spor ve eğlence kompleksi olarak tasarlanan 54.000 koltuk kapasitesine sahiptir. Geri çekilebilir tavan da , iki hareket moduna sahip üç hareketli tavan panelinden oluşan bir sistem kullanılmıştır. Çatı, 65 km/s hıza kadar 20 dakika içinde açılmaktadır (Allen, 1991).

Kuwait Pavilion, 1992

Konum : İspanya / Mimar: Santiago Calatrava / Yapı Tipi: Sergi

Projede sergi salonu mermer bir kubbenin altında gömülü şekildedir. Bir palmiye yaprağına benzeyen ve açılan esnek ahşap kolları olan bir heykel olarak tasarlanan pavyon, Kuveyt halkının tarihini ve yaşamını ifade etmektedir. Kapatıldığında, Kuveyt halkının korunmasını temsil eden yapı; yarı açık olarak, halkı çöl fırtınalarından koruyan bir çadır şeklini taklit etmektedir. Her biri 25 metre

uzunluğunda olan 17 adet kaburga ana eklemli yapıyı oluşturmaktadır. Her kaburga, dikey olarak farklı pozisyonlarda programlanarak açılabilir ve kapanabilmektedir. Bu kaburgalar, kapandığında iç içe geçmelerini sağlayan bir elektrikli sistem ile bilgisayar kontrollüdür (Afzali et al., 2016).

GucklHupf, 1993

Konum: Avusturya / Mimar: Hans Peter Wörndl / Yapı Tipi: Konut/Sergi

GucklHupf, Mondsee'nin yaz festivali için tasarlanmış çok amaçlı deneysel bir yapıdır. 1993 teması "The Stranger " idi, Worndl'in bu tasarımdaki amacı tanıdık ve bilinmeyen, durağanlık ve hareket gibi karşıt kutuplar arasında gerginlik yaratmaktır. Worndl, kullanıcıların görüşlerine ve ışık gereksinimlerine göre değişime izin veren bir alan tasarlamıştır. Değişken yüksekliklerde konumlandırılmış otomatik cihazlar ve geri çekme panel sistemleri, dübeller, kanatlar ve paslanmaz çelik kablolar aracılığıyla yapı cephesinde açılır kapanır sistemler oluşturulmuştur (URL-6).

Pfalzkeller Acil Servis Merkezi, 1998

Konum : İsviçre / Mimar: Santiago Calatrava / Yapı Tipi: Sağlık Yapısı

Yapı; çıkıntılı, eliptik, eğimli cam çatısı ile birlikte kaide, yapının içinde bulunduğu tarihi zemine karşı bir heykel olarak tasarlanmıştır. Bulunduğu bağlamın özelliklerine saygı göstermek ve aynı zamanda güvenlik nedeniyle bina toprağın altındadır. Simetrik bir sistem ile çatının her iki tarafındaki mafsallı çıtaların konumu ayarlanmaktadır, böylece gün ışığı ve sıcaklık kontrol edilmektedir. Bu sistem, çıtalara dayalı bir mekanik çatı sisteminin ilk kullanımıdır (Tzonis, 2004).

Quadracci Pavillion, 2001

Konum: ABD / Mimar: Santiago Calatrava / Yapı Tipi: Müze

Quadracci Pavilion, Milwaukee Sanat Müzesi'nin ikonik heykelsi bir ekidir. Santiago Calatrava'ya göre Quadracci Pavilion'unun tasarımı; yelkenli tekneler, hava durumu, hareket ve değişim duygusu içeren gölün kültürüne cevap vermektedir (URL-7). Yapı, büyük bir kuşun kanatları gibi açılıp kapanan panjurlu bir kinetik sisteme sahiptir. Açık olduğunda şekil yeni sergilerin açılışını müjdelemek için gölün arka planına yerleştirilmiş bir işaret haline gelir ve semboliktir. Aynı zamanda ışık seviyesi kontrolü için fonksiyoneldir. Bu kinetik sistem müzeyi şehir için unutulmaz bir ikon haline getirmiştir (URL-8).

Suite Vollard Building, 2001

Konum : Brezilya / Mimar: Bruno de Franco / Yapı Tipi: Konut

15 katlı bir konut yapısı olan binanın 11 katı 360 derece dönme mekanizmasına sahiptir. Çekirdek ve ıslak hacimler sabit olup yalnızca yaşam alanları dönmektedir. Bu dönme mekanizması ise sadece 45cm yer kaplamaktadır. Katlar arası sürtünme ve yalıtım gibi pek çok faktör için 10 yıl dayanım testi yapılmıştır. Dönme mekanizmasının dönme hareketi için harcadığı enerji oldukça azdır (Razaz, 2010).

Water Villa, 2002

Konum: Hollanda / Mimar: Herman Hertzberger / Yapı Tipi: Konut

Su üzerinde yaşamanın en mantıklı olduğu yerlerin başında gelen Hollanda'da bulunan yapı, yüzdürme sistemi ile su üstünde bulunan 3 katlı bir konut yapısıdır. Ev etrafında dönebilen bir mekanizmaya sahiptir. Güneşe göre yönelim ile enerji tasarrufu ve manzara değiştirme esnekliği sunmaktadır (URL-9).

Tourne Sol, 2004

Konum: Almanya / Mimar: Gerhard Kalhöfer StefanKorschildgen / Yapı Tipi: Konut

Tasarımı esnasında kullanıcıların yerleşim ve pozisyon konusunda farklı isteklerinin olması nedeniyle hareketli tasarım fikri ortaya çıkmıştır. Projede bir oda birimi dönme hareketi ile kış bahçesinden müstakil bir yapıya dönüşebilmektedir. Mevcut konut yapısına ek olarak tasarlanan bu yapıda bulunan dönebilen 2 mekanizma sayesinde yapının manzaraya ve ışığa göre konumlanması değişebilmektedir. Aynı zamanda yapının ana bina ile olan ilişkisi ve birleşimi de değiştirilebilmektedir (Berdan, 2010).

Leaf Chapel, 2004

Konum: Japonya / Mimar: Klein Dytham / Yapı Tipi: Kilise

Şapel; Güney Japon Alpleri, Yatsugatake zirveleri ve Mt.Fuji'nin etkileyici manzaralarına sahip ferahlatıcı yeşil bir ortam içinde yer almaktadır. Görünüşte yere konumlandırılmış biri cam biri çelik olan 2 yapraktan oluşmaktadır. Narin dantel desen motifli cam yaprak yavaş yavaş incelen bir yaprağın damarlarını anımsatmaktadır. 4700 delikli beyaz çelik yapraktan içeri sızan ışıklar gün boyunca değişmekte ve içeride sayısız farklı dantel deseni oluşturmaktadır. Törenin sonunda damat gelinin duvağını kaldırdığında, çelik yaprak da sihirli bir şekilde açılmakta ve böylece gölet ve ötesindeki büyüleyici doğa ortaya çıkmaktadır. 11 ton ağırlığında olmasına rağmen silindir mekanizması sayesinde bir kumaş tabakası gibi 38 saniyede sessiz bir şekilde açılmaktadır (URL-10).

Magnolia Stadium, 2007

Konum: Çin / Mimar: Mitsuru Senda / Yapı Tipi: Spor Kompleksi

Şangay'da 2007 yılında gerçekleştirilen Masters tenis kupası karşılaşmaları için tasarlanan yapı, Şangay'ın tipik bitkisi Manolya'dan ilham alınarak tasarlanmıştır. Manolya yapraklarını andıran hareketli çatısı ile dikkat çekmektedir. 8 parçadan oluşan çatı kayar sistem mekanizmaları ile 8 dakikalık bir sürede açılıp kapanabilmektedir (URL-11).

Kiefer Technic Showroom, 2007

Konum : Avusturya / Mimar: Ernst Giselbrecht / Yapı Tipi: Ofis

Ofis binası ve sergi alanı olarak tasarlanan yapı; dış mekan koşullarında değişen, iç iklimi optimize eden ve kullanıcıların kontrolleriyle kendi alanlarını kişiselleştirmelerine olanak tanıyan dinamik bir cepheye sahiptir. 112 adet hareketli panel elektrikli panjur sistemi ile çalışmaktadır. Gün içinde bir çok farklı konuma gelebilen hareketli beyaz alüminyum katlanır paneller ile yapı cephesi dinamik bir heykele dönüşmektedir (Ibrahim & Alibaba, 2019).

Sliding House, 2009

Konum : ABD / Mimar: DRMM / Yapı Tipi: Konut

Kırsal bir alanda emekli bir aile için tasarlanan yapı bir eksen üzerine oturtulmuş; ev, garaj ve ek bina olmak üzere üç programa bölünmüştür. Garaj, üçü arasında bir avlu oluşturmak için eksenden çekilmiştir. Birimler farklı malzeme ve renkler ile tanımlanmıştır; kırmızı kauçuk membran ve cam, kırmızı ve siyah lekeli karaçam. Ayrılan formlar, eksen üzerindeki raylı sistemde hareket eden ahşap malzemeli 20 tonluk mobil bir çatı ile bütünleşebilmekte ve farklı kombinasyonlar ortaya çıkmaktadır. Hareket, duvar kalınlığına entegre tekerlekler ve gizli elektrik motorları tarafından sağlanmaktadır (URL-12).

Matharoo Associates House, 2012

Konum : Hindistan / Mimar: Matharoo Associates / Yapı Tipi: Konut

Hint kültürüne göre tasarlanan yapıda, bir aile 2 oğulları ve bu oğulların kendi aileleri olmak üzere 3 aile beraber yaşayacak şekilde düşünülmüştür. Kanatlara ayrılan bir plan tipi söz konusudur. Evdeki bireyler için ortak ve özel alanlar yaratılmaya çalışılmıştır. Bölgenin iklimsel koşulları nedeniyle yapının

cephesinde bir koruma tabakası oluşturulmak istenmiştir. Bu nedenle tüm cephe boyunca hareketli büyük taş duvarlar yerleştirilmiştir. Heybetli ağır taş duvarlar, merkezlerinin etrafında dönebilen sistemlerden oluşmaktadır. Oluşturulan bu tampon ile dışarıdaki 45 derece ısıdan korunulmakta ve klime ihtiyacı ortadan kaldırılmaktadır (URL-13).

Al Bahar Towers, 2012

Konum: Birleşik Arap Emirliği, Abu Dabi / Mimar: AHR / Yapı Tipi: Ofis

Yazları çok yüksek sıcaklara ulaşan Abu Dabi'de bulunan bina için kinetik dış cephe gölgeleme elemanları tasarlanmıştır. Cephe sistemi geleneksel İslam motiflerinden olan 'mashrabiya' motifinden ilham alınarak, bu motifin geliştirilmesi ve kinetik sistem haline getirilmesi ile oluşturulmuştur. Kullanılan üçgen elemanlar programlanmış şekilde gün içinde belirli zamanlarda açılıp kapanmaktadır. Böylece gün ışığı etkin kullanılmakta, yapay aydınlatma ihtiyacı azalmakta ve ısı kontrolü sağlanmaktadır (URL-14).

Sharifi-Ha House, 2013

Konum : İran / Mimar: Next Office–Alireza Taghaboni / Yapı Tipi: Konut

Tasarım konseptinin merkezinde esneklik ve değişim olan yapıda; iç mekan-dış mekan etkileşimleri, içe dönüklük veya dışa dönüklük durumları değişken olabilmektedir. Bu değişimlere dönen kutu şeklindeki tasarım imkân vermektedir. Değişen mevsim şartlarına ve kat planlarının işlevsel senaryolarına göre kullanıcı düzenlemeler yapabilmektedir. Soğuk kış şartlarında içe dönük kullanılan birimler, sıcak yaz aylarında dışa dönük kullanılarak geniş teraslara olanak sağlamaktadır. Yapıda 2 adet bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kat bulunmaktadır. Bodrum katlarda havuz, spor, eğlenme ve dinlenme alanları mevcuttur. Zemin kat otopark olarak planlanmıştır. Yaşam alanları birinci ve ikinci katta konumlanmıştır, yatak odaları ise en üst katlardadır (Çınar & Yazıcı, 2022).

SDU Campus Kolding, 2014

Konum : Danimarka/ Mimar: Henning Larsen Mimarlık / Yapı Tipi: Eğitim Yapısı

Üçgen şeklinde tasarlanmış olan eğitim yapısında cephe binanın entegra bir parçasıdır. Gün ışığı kontrolü eğitim yapıları için önemli bir olgudur, bu nedenle yapı dinamik güneş kırmıa sistemleri ile donatılmıştır. Cephe boyunca optimum gün ışığı ve konforlu eğitim mekanları için oluşturulan güneş kırma sistemi üçgen delikli çelik kepenklerden oluşmaktadır. Kepenkler kapatıldığında cephe boyunca düz uzanmakta, yarı açık veya tamamen açıkken ise cepheden dışarı çıkmakta ve binaya etkileyici bir görünüm kazandırmaktadırlar. Güneş kırma sistemi, sürekli olarak ışık ve ısı seviyelerini ölçen sensörler ile donatılmıştır. Kepenkler motorlar vasıtasıyla mekanik olarak düzenlenmektedir (URL-15).

La Seine Musicale, 2017

Konum : Fransa/ Mimar: Shigeru Ban / Yapı Tipi: Müzik ve Performans Sanatları Merkezi

Seine nehri üzerindeki Sele Seguin adasında bulunan bir müzik ve sahne sanatları merkezidir. Klasik müzik için yükseltilmiş yumurta şekilli oditoryum, daha büyük bir modüler konser salonu, prova odaları ve geniş bir çatı bahçesi bulunmaktadır. Yapının gündüz enerji ihtiyaçlarının çoğu, oditoryumu kapsayan yelken şeklindeki geniş bir mobil güneş paneli tarafından sağlanmaktadır. Zeminde bulunan raylı sistem ile güneşin konumuna göre hareket eden fotovoltaik güneş panellerinden oluşan sistem aynı zamanda yapıya gelen güneş ışınlarının kontrolünü sağlamaktadır (URL-16).

Quadrant House, 2018

Konum : Polonya/ Mimar: KWK Prome s/ Yapı Tipi: Konut

Varşova banliyösünde yer alan konut projesi için kullanıcılar yalın bir tasarım ve güneş alan aydınlık bir ev isteği üzerine; L biçiminde birbirine dik olarak yerleştirilen iki kütle arasında hareket eden bir

birim tasarlanmıştır. Raylar üzerinde hareket eden birimin hareketi ve hızı güneşe göre uyarlanmıştır. Güneşe göre otomatik hareket edebilen gelişmiş sensör sistemlerine sahiptir. Hareketi esnasında bir engelle karşılaşırsa duran sistem güvenlik açısından otomatik kontrollüdür. Aynı zamanda sistemin manuel kontrolü de mümkündür. İstendiği zaman konumu değiştirilebilmektedir. Hem iklimlendirme hem de fonksiyon değişimlerine olanak sağlamaktadır (URL-17).

The Shed, 2019

Konum : ABD / Mimar: Diller Scofidio+Renfro / Yapı Tipi: Kültür Yapısı

Esneklik ve çok amaçlılık göz önünde bulundurularak tasarlanan ve New York'ta bulunan yapı toplam 8 kattan oluşmaktadır. Galeri alanları, çok amaçlı salon, prova alanları, sanatçı çalışma alanları ve etkinlik alanlarına sahiptir. Tasarımın en dikkat çekici özelliği yapının üzerini kaplayan kabuğun zeminde bulunan raylar üzerinde hareket edebilmesidir. Kabuğun binanın yanındaki meydana doğru hareket edebilmesi ile geniş çaplı performansların gerçekleşebileceği büyük bir yarı kapalı alan oluşmaktadır. Kabuğun raylı kinetik sisteminde New York High Line'ından ilham alınmıştır. 37 metre yüksekliğinde kabuk, çelik sistemden oluşmakta ve saydam teflon bazlı bir polimer ile kaplıdır. Hareket etmediği durumlarda yapı için yalıtım görevi görmekte ve enerji kazancı sağlamatmaktadır (URL-18).

Dynamic Tower, 2020-

Konum : Birleşik Arap Emirlikleri, Dubai / Mimar: David Fisher / Yapı Tipi: Konut

Her katı bağımsız olarak dönebilecek şekilde tasarlanan kule 80 katlıdır ve 420 metre yüksekliğindedir. Her kat için 40 adet fabrikada üretilmiş modüle sahip dünyanın ilk prefabrik gökdeleni olarak tasarlanmıştır. Yapının %90'ı fabrikada üretilebilecektir. Yalnızca çekirdeğin inşaat alanında üretilmesi gerekmektedir (Casciati et al., 2011).

3. SONUÇ

2.bölümde incelenen örnekler; yapının tipolojisine, yapıda sağlanan hareketin amacına, hareketin ne boyutta olduğuna ve hangi hareket türü ile dinamiklik sağlandığına göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen tablo ekte sunulmuştur. Kinetik mimari örneklerinin yapı tipleri oldukça farklılık göstermektedir. Bir ailenin kullandığı küçük bir konut yapısından binlerce kişinin kullandığı kamusal bir mekana kadar her tipolojide üründe kinetik yapı elemanı görülmektedir. Bu çalışmada yapı tipi; özel mekan ve kamusal mekan olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Yapıda sağlanan hareketin amacı; iklime uyum, fonksiyon değişimi, manzaraya yönelim ve görsellik olmak üzere dört kriter üzerinden sınıflandırılmıştır. Yapıda var olan hareketin ne düzeyde olduğunu kavramak için ise hareketin boyutu incelenmiştir. Bu doğrultuda; cephe elemanı, çatı elemanı, yapı birimi ve yapının tamamı olmak üzere dört başlık oluşturulmuştur. Kinetik sistemlerin çalışma prensipleri bölümünde açıklandığı şekilde hareket türü dört grupta ele alınmıştır. Biçim değiştiren mimaride kullanılan sistemler hareket tipine göre; kayma, katlanma, dönme ve açılma kapanma olarak sınıflandırılmıştır. İncelenen örneklerin bu kriterler doğrultusunda detaylı analizleri yapıldığında; kinetik sistemlerin kamusal mekanlarda kullanımının daha yaygın olduğu görülmüştür. Bu sistemlerdeki hareketin amacına bakıldığında ise iklime uyum sağlama ön plana çıkmaktadır. Hareketin boyutunun cephe ve çatı elemanları düzeyinde yoğunlaştığı söylenebilmektedir. Hareket türlerinden en fazla kullanıma sahip olan ise açılır kapanır sistemlerdir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada esneklik kavramı üzerinde durularak bu kavramın mimarideki karşılığı olan kinetik sistemler ele alınmıştır. Araştırmanın amacı kinetik sistemlerin kullanım amaçlarını ve çalışma prensiplerini inceleyerek; bunları kinetik sistem kullanılan mimari yapı tipolojileri üzerinden irdelemektir. Çalışmanın yönteminde veri toplama ve analizi kullanılmıştır. Kinetik mimarlık ile ilgili literatür taraması yapılmış, kaynaklar incelenmiştir. Kinetik mimarlığın ne olduğu, amacı, çalışma prensipleri ve kısa tarihi açıklanarak; geçmişten günümüze kadar üretilmiş olan kinetik mimarlık ürünleri incelenmiştir. Bu ürünlerin tipolojileri, sahip oldukları hareket türleri ve hareket eden

elemanları analiz edilerek tablolaştırılmıştır. İncelenen örneklerin belirtilen kriterler doğrultusunda detaylı analizleri yapıldığında; kinetik sistemlerin kamusal mekanlarda kullanımının daha yaygın olduğu görülmüştür. Bu sistemlerdeki hareketin amacına bakıldığında ise iklime uyum sağlama ön plana çıkmaktadır. Hareketin boyutunun cephe ve çatı elemanları düzeyinde yoğunlaştığı söylenebilmektedir. Hareket türlerinden en fazla kullanıma sahip olan ise açılır kapanır sistemler olduğu verisine ulaşılmıştır.

Çalışmanın önemi, kinetik mimarlık üzerine yapılacak çalışmalar için kapsamlı veriler ve detaylı teknik incelemeler içermesidir. Kinetik sistemler, teknolojik gelişim ve uygulama becerisi gerektirmektedir. Bu gereksinimler beraberinde maliyet farklarını da getirmektedir. Dolayısı ile hem işveren hem de tasarımcı açısından dikkatli bir çalışma ve karar süreci gerektirmektedir. Bu çalışmada farklı tipolojideki yapılarda tasarlanmış farklı amaçlar güden farklı ölçekteki kinetik mimari elemanlar göz önüne serilmiştir. Yapılan detaylı araştırmaların ve incelemelerin sonucunda elde edilen veriler; kinetik mimarlık üzerine çalışacak araştırmacılar ve tasarımcılar için kaynak oluşturması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Afzali, N., Hamzehloo, S., Moradi, L., Jamshidi, M., Nasri, M., Nourani, M., Nikpour, S., Koosheshgaran, A. A., Fatourechi, S. A., & Gery, S. N. (2016). *Kinetic, an Innovative Approach in Contemporary Architecture* 5th International conference on Modern Research in Civil Engineering, Architectural & Urban Development, Singapore, 182-195.

Allen, C. (1991). The Toronto SkyDome, Canada. *Structural Engineering International*, *1*(4), 6-8.

Antoszkiewicz, P., & Gupta, P. (2018). Architecture in Motion: Drive and Control Solutions in Architecture. Heavy Movable Structures, Inc. Seventeenth Biennial Symposium, 3.

Asefi, M. (2012). Transformation and movement in architecture: the marriage among art, engineering and technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *51*, 1005-1010.

Berdan, C. (2010). *Mimaride Hareketliliğin Farklı Süreçlerdeki Mekansal Etkileri Üzerine Bir Değerlendirme* Fen Bilimleri Enstitüsü].

Casciati, F., Faravelli, L., & Fisher, D. (2011). Some technical challenges in the design of rotating towers. Proc. First Middle East Conference on Smart Monitoring Assessment and Rehabilitation of Civil Structures, Dubai, UAE, 3-6,

Çınar, M. Ç., & Yazıcı, Y. E. (2022). Kinetik Mimarlık Uygulamalarının Konut Mekanları Üzerinden Okunması. *AURUM Journal of Engineering Systems and Architecture*, *6*(1), 27-44.

Elmokadem, A., Ekram, M., Waseef, A., & Nashaat, B. (2018). Kinetic architecture: Concepts, History and applications. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, *7*(4), 750-758.

Ibrahim, J. A., & Alibaba, H. Z. (2019). Kinetic Facade as a Tool for Energy Efficiency. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, *7*(4), 1-7.

İlerisoy, Z. Y., & Başeğmez, M. P. (2018). Conceptual Research of Movement in Kinetic Architecture. *Gazi University Journal of Science*, *31*(2), 342-352.

Kavraz, M. (2018). Colosseum. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, *2*(1), 11-22.

Kavukçu, E. (2016). Ütopya ve Sanat. *Sanat Dergisi*(27), 29-37.

Kocalar, A. C. (2018). Arkeolojik Yeralti Yerleşmeleri ve Koruma Sorunlari: Nevşehir Yeralti Şehirleri (Derinkuyu, Kaymakli). *Journal of Awareness*, *3*(3), 25-46.

Korkmaz, K. (2001). Kinetik bir mimarlığa doğru. *Ege Mimarlık,(37)*, 8-11.

Kutlu, İ., & Ergün, R. (2022). Sanatsal Düşüncelerin Yapı Tasarımlarına Yansımasının Karşılaştırmalı Analizi:Tatlin Kulesi ve Einstein Kulesi. *Sosyal Bilimsel Enstitüsü Dergisi*, *12(1)*, 170-186.

Lang, R. J. (2004). Origami: Complexity in creases (again). *Engineering and Science*, *67*(1), 5-19.

Maden, F. (2019). The architecture of movement: transformable structures and spaces. Proceedings of 6th International Congress on Livable Environments & Architecture, 551-567,

Megahed, N. A. (2017). Understanding kinetic architecture: typology, classification, and design strategy. *Architectural Engineering and Design Management*, *13*(2), 130-146.

Mulder, H. (2020). Villa Girasole-A Filter for Movement in Building Cognition. *Proceedings of the 25th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, *2*, 143-152.

Razaz, Z. E. (2010). Sustainable vision of kinetic architecture. *Journal of Building Appraisal*, *5*(4), 341-356.

Selwyn, N. (2008). A Circus of Ideas: Revisiting Archigram's Visions for Education and Architecture in the Information Age. *London Knowledge Lab., 8-9*.

Soyluk, A., & Yıldız, A. (2017). Small Houses Designed For Single-Family Households In Ankara. *INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF DESIGN AND ARCHITECTURE*(10), 256-274.

Topdemir, H. G. (2011). Geç İskenderiye Döneminde Bilim: İskenderiyeli Heron. *Bilim ve Teknik Dergisi*, *529*, 90-92.

Tzonis, A. (2004). *Santiago Calatrava the complete works*. Rizzoli international publications, 67-164.

URL-1: http://www.tdk.gov.tr

URL-2: https://www.merriam-webster.com/dictionary/flexibility

URL-3: https://www.kaymakli.bel.tr/kentrehberidetay/1614276178529#gallery-1

URL-4: https://historicpittsburgh.org/islandora/object/pitt:MSP285.B001.F17.I04

URL-5: https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel

URL-6: http://architectuul.com/architecture/gucklhupf

URL-7: https://mam.org/info/details/quadracci.php

URL-8: https://calatrava.com/projects/milwaukee-art-museum.html

URL-9: https://www.ahh.nl/index.php/en/projects2/14-woningbouw/68-watervilla-middelburg

URL-10:https://architizer.com/projects/leaf-chapel/

URL-11:http://www.mimarizm.com/makale/magnolia-stadium-sangay-cin-mitsuru-senda_113432

URL-12:http://drmm.co.uk/projects/view.php?p=sliding-house

URL-13:https://www.archdaily.com/791361/moving-landscapes-matharoo-associates/57870053e58ece8acc0001ce-moving-landscapes-matharoo-associates-plan-elevation?next_project=no

URL-14: https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas

URL-15: https://www.arch2o.com/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects/

URL-16: https://en.wikipedia.org/wiki/La_Seine_Musicale

URL-17: https://www.archdaily.com/917957/quadrant-house-kwk-promes

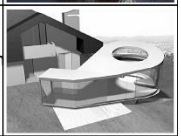
URL-18: https://www.arkitektuel.com/the-shed/

EKLER

Tablo 1. Kinetik Mimarlık Örneklerinin Detaylı Analizi (Yazar tarafından hazırlanmıştır.)

	Yapının İsmi	Tarihi	Yapı Tipi			Hareketin Amacı				Hareketin Boyutu				Hareketin Türü			
				Özel Mekan	Kamusal Mekan	İklime Uyum	Fonksiyon Değişimi	Manzaraya Yönelim	Görsellik	Cephe Elemanı	Çatı Elemanı	Yapı Birimi	Yapının Tamamı	Açılma-Kapanma	Dönme	Katlanma	Kayma
1	Villa Girasole	1930	Konut	●		●		●					●		●		
2	Civic Arena	1961	Spor Komp.		●	●					●			●			
3	Ernsting Warehouse	1985	Depo	●			●			●				●			
4	Arab Inst. Building	1987	Eğit./Sanat		●	●				●				●			
5	SkyDome	1989	Spor Komp.		●	●					●			●			
6	Kuwait Pavilion	1992	Sanat		●	●			●		●			●			
7	Gucklhupf	1993	Sanat		●	●	●			●				●			
8	Pfalzkeller A. S. Merk.	1998	Sağlık		●	●			●	●	●					●	
9	Quadracci Pavilion	2001	Sanat		●	●			●	●				●			
10	Suite Vollard Building	2001	Konut	●		●		●				●			●		
11	Water Villa	2002	Konut	●		●		●					●		●		
12	Tourne Sol	2004	Konut	●		●		●				●			●		
13	Leaf Chapel	2004	Klise		●		●	●			●			●			
14	Magnolia Stadium	2007	Spor		●	●					●						●
15	Keifer Technic Showr.	2007	Ofis		●	●			●	●						●	
16	Sliding House	2009	Konut	●		●	●						●				●
17	Matharoo House	2012	Konut	●		●				●					●		●
18	Al Bahar Towers	2012	Ofis		●	●			●	●						●	
19	Sharifi-Ha House	2013	Konut	●		●						●			●		
20	SDU Campus	2014	Eğitim		●	●				●				●			
21	La Seine Musicale	2017	Sanat		●	●				●							●
22	Quadrant House	2018	Konut	●		●	●						●				●
23	The Shed	2019	Sanat		●	●	●			●							●
24	Dynamic Tower	2020	Konut	●		●		●	●			●			●		

Tablo 2-3. Kinetik Mimarlık Örnekleri ve Özellikleri (Yazar tarafından hazırlanmıştır.)

1	**VILLA GIRASOLE (1930)** Konum: İtalya Mimar: Angelo Invernizzi Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapının Tamamı Hareketin Amacı: İklime Uyum / Manzara		7	**GUCKLHUPF (1993)** Konum: Avusturya Mimar: Hans Peter Wörndl Yapı Tipi: Konut/Segi Hareketin Türü: Açılma-Kapanma/Cephe El. Hareketin Amacı:Fonksiyonel Değişim/İklim.	
2	**CIVIC ARENA (1961-2012)** Konum: ABD Mimar: Mitchell&Ritchey Arch. Yapı Tipi: Spor Kompleksi Hareketin Türü: Açılma-Kapanma / Çatı El. Hareketin Amacı: İklime Uyum		8	**PFALZKELLER ACİL SERVİS MRK.(1998)** Konum: İsviçre Mimar: Santiago Calatrava Yapı Tipi: Sağlık Yapısı Hareketin Türü: Katlanma / Çatı & Cephe El. Hareketin Amacı: İklime Uyum / Görsellik	
3	**ERNSTING WAREHOUSE (1985)** Konum: Almanya Mimar: Santiago Calatrava Yapı Tipi: Depo Hareketin Türü:Açılma-Kapanma / Cephe El. Hareketin Amacı: Fonksiyonel Değişim		9	**QUADRACCI PAVILION (2001)** Konum: ABD Mimar: Santiago Calatrava Yapı Tipi: Müze Hareketin Türü: Açılma-Kapanma/Cephe El. Hareketin Amacı: Görsellik / İklime Uyum	
4	**ARAB INSTITUTE BULDING (1987)** Konum: Fransa Mimar: Jean Nouvel Yapı Tipi: Enstitü Binası Hareketin Türü:Açılma-Kapanma/ Cephe El. Hareketin Amacı: İklime Uyum		10	**SUITE VOLLARD BUILDING (2001)** Konum: Brezilya Mimar: Bruno de Fanco Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapının Katları Hareketin Amacı: İklime Uyum / Manzara	
5	**SKYDOME (1989)** Konum: Kanada Mimar: Rod Robbie Yapı Tipi: Stadyum Hareketin Türü: Açılma-Kapanma / Çatı El. Hareketin Amacı: İklime Uyum		11	**WATER VILLA (2002)** Konum: Hollanda Mimar: Herman Hertzberger Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapının Tamamı Hareketin Amacı: İklime Uyum / Manzara	
6	**KUWAIT PAVILION (1992)** Konum: İspanya Mimar: Santiago Calatrava Yapı Tipi: Sergi Binası Hareketin Türü: Açılma-Kapanma / Çatı El. Hareketin Amacı: İklime Uyum / Görsellik		12	**TOURNE SOL (2004)** Konum: Almanya Mimar:Gerhard Kalhöfer&Stefan Korchildger Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapı Birimi Hareketin Amacı: İklime Uyum / Manzara	

13	**LEAF CHAPEL (2004)** Konum: Japonya Mimar: Klein Dytham Yapı Tipi: Kilise Hareketin Türü: Açılma-Kapanma / Yapı El. Hareketin Amacı: Fonks. Değişim /Manzara		19	**SHARIFI-HA HOUSE (2013)** Konum: İran Mimar: Next Office-Alireza Taghaboni Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapı Birimi Hareketin Amacı: İklime Uyum	
14	**MAGNOLIA STADIUM (2007)** Konum: Çin Mimar: Mitsuru Senda Yapı Tipi: Spor Kompleksi Hareketin Türü: Kayma / Çatı Elemanı Hareketin Amacı: İklime Uyum		20	**SDU CAMPUS KOLDING (2014)** Konum: Danimarka Mimar: Henning Larsen Mimarlık Yapı Tipi: Eğitim Yapısı Hareketin Türü:Açılma-Kapanma / Cephe El. Hareketin Amacı: İklime Uyum	
15	**KEIFER TECHNIC SHOWROOM (2007)** Konum: Avusturya Mimar: Ernst Giselbrecht Yapı Tipi: Ofis Hareketin Türü: Katlanma / Cephe Elemanı Hareketin Amacı: İklime Uyum / Görsellik		21	**LA SEINE MUSICALE (2017)** Konum: Fransa Mimar: Shigeru Ban Yapı Tipi: Müzik ve Performans San. Merk. Hareketin Türü: Kayma / Cephe Elemanı Hareketin Amacı: İklime Uyum	
16	**SLIDING HOUSE (2009)** Konum: ABD Mimar: DRMM Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Kayma / Yapı Birimi Hareketin Amacı: İklime Uyum / Fonk. Değ.		22	**QUADRANT HOUSE (2018)** Konum: Polonya Mimar: KWK Promes Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Kayma / Yapı Birimi Hareketin Amacı: İklime Uyum / Fonk. Değ.	
17	**MATHAROO ASSOCIATES HOUSE(2012)** Konum: Hindistan Mimar: Matharoo Associates Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme&Kayma/Cephe El. Hareketin Amacı: İklime Uyum		23	**THE SHED (2019)** Konum: ABD Mimar: Diller Scofidio+Renfro Yapı Tipi: Kültür Yapısı Hareketin Türü: Kayma / Cephe Elemanı Hareketin Amacı: Fonks. Değ./ İklime Uyum	
18	**AL BAHAR TOWERS (2012)** Konum: Birleşik Arap Emirliği/Abu Dabi Mimar: AHR Yapı Tipi: Ofis Hareketin Türü: Katlanma/Cephe Elemanları Hareketin Amacı: İklime Uyum / Görsellik		24	**DYNAMIC TOWER (2020-)** Konum: Birleşik Arap Emirliği/Dubai Mimar: David Fisher Yapı Tipi: Konut Hareketin Türü: Dönme / Yapının Katları Hareketin Amacı:İklim/Manzara/Görsellik	

MAKİNE ÖĞRENME VE PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE DENİZALTI SAVUNMA HARBİNİN (DSH) MODELLENMESİ

HAKAN AKYOL
Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Veri Analitiği
akyol.h4434@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5695-8790

Prof.Dr. HAYRİ SEVER
Çankaya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
sever@cankaya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8261-0675

Özet

Denizaltılar savaş sahnesine çıktıkları ilk andan itibaren savaşın gidişatını doğrudan etkileyebilen platformlar olmuştur. Bu platformlar dost unsur olarak kullanıldığında büyük bir kuvvet çarpanı olabilecekleri gibi tehdit unsur olduklarında ise büyük bir risk olacaklardır. Bu nedenle harekât sahasında bu denli büyük etkiye sahip platformlara karşı etkin bir savunma yapısına sahip olunması oldukça önemlidir. Bu çalışmada tehdit denizaltılara karşı etkin bir savunma yapısına sahip olunabilmesi için gerekli platformlar (savaş gemisi, uçak ve helikopter) ile bu platformlardan atılacak silah sayıları hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak çalışmada kullanılacak veriler tanımlanmış ve anılan veriler ön işleme tabi tutulmuştur. Bu doğrultuda DSH'ı etkileyen parametrelerin neler olduğu belirlenmiş ve bu parametreler için uygun dağılımlara sahip verilerden 220 satırlık kaynak veri seti oluşturulmuştur. Daha sonra bu veri setindeki veri sayılarını artırmak için 8 farklı sentetik veri üretme tekniğinden faydalanarak (her bir teknik ile veri setindeki satır sayısı 10000 yapılmıştır.) yeni veri setleri oluşturulmuştur. Müteakiben hangi teknik ile veri artırımı yapılacağının belirlenmesi için oluşturulan veri setlerine bir dizi test uygulanarak en iyi sonucu veren sentetik veri üretme tekniği belirlenmiştir. Yapılan inceleme neticesinde en uygun veri artırım yönteminin MDO yöntemi olduğu belirlenmiştir. Ardından MDO yöntemiyle oluşturulmuş 10000 adet veri ile 7 farklı makine öğrenme modeli kullanılarak her bir tehdit denizaltı imhası için gerekli silah sayıları belirlenmiştir. Çalışmanın sonraki bölümünde; ilk olarak tehdit denizaltı tespit olasılıkları hesaplanmıştır. Ardından tespit olasılıkları, atılması gereken silah sayıları ve platform/silah maliyetleri kullanılarak ve Pekiştirmeli Öğrenme algoritmasından faydalanılarak tüm tehdit denizaltıların imhası için çeşitli harekât tarzlarından alınan sonuçlar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre optimal harekât tarzı belirlenmiştir. Çalışmanın son kısmında ise elde edilecek kazanımlara değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denizaltı Savunma Harbi, Veri Artırımı, Makine Öğrenmesi, Pekiştirmeli Öğrenme, Sentetik Veri Üretme

Abstract

Submarines have been platforms that can directly affect the course of war from the moment they first appeared on the battlefield. While these platforms can be a great force multiplier when used as a friendly element, they will be a great risk when they are used as a threat. For this reason, it is very important to have an effective defense structure against platforms that have such a great impact in the field of operations. In this study, the necessary platforms (warship, aircraft and helicopter) and the number of weapons to be fired from these platforms were tried to be calculated in order to have an effective defense structure against threat submarines. In this context, firstly, the data to be used in the study were defined and the said data were pre-processed. In this regard, the parameters affecting submarine defense warfare were determined and a 220-line source data set was created from data with appropriate distributions for these parameters. Then, new data sets were created by using 8 different synthetic data generation techniques (the number of rows in the data set was increased to 10000 with each technique) to increase the number of data in this data set. Subsequently, a series of tests were applied to the created data sets to determine which technique would be used to increase data, and the synthetic data generation technique

that gave the best results was determined. As a result of the examination, it was determined that the most suitable data augmentation method was the MDO method. Then, the number of weapons required to destroy each threat submarine was determined by using 10000 data created by the MDO method and 7 different machine learning models. In the next part of the study; First, threat submarine detection probabilities were calculated. Then, using detection probabilities, number of weapons to be fired and platform/weapon costs, and using the Reinforcement Learning algorithm, the results obtained from various operational modes were calculated to destroy all threat submarines. According to these calculations, the optimal mode of operation was determined. In the last part of the study, the gains to be achieved are mentioned.

Keywords: Anti Submarine Warfare, Data Augmentation, Machine Learning, Reinforcement Learning, Synthetic Data Generation

1. GİRİŞ

17. yy'ın başlarında inşa edilen ilk denizaltı ile birlikte denizaltılar tarih sahnesindeki yerlerini almışlardır (SIĞIRCI , 2020). Müteakiben gelişen teknoloji ile birlikte denizaltıların kullanımı daha çok harp sahasında olmuştur. Özellikle I. ve II. Dünya Savaşlarında denizaltıların vurucu gücünden etkinlikle faydalanılmıştır (Su Üstünde, 2023; AYTAN , 2007). Örneğin II. Dünya Savaşı sırasında Almaya'ya ait U-Botlar[1] (U-Bot, 2023) İngiltere'ye erzak taşıyan gemileri vurarak İngiltere'nin lojistik imkanlarının aksamasına sebep olmuş hatta neredeyse savaşın Almanya lehinde sonuçlanmasına yol açmıştır. Ancak sonar teknolojisinin gelişmesi ve geliştirilen yeni harekât tarzları sayesinde U-botlar batırılmıştır (U-Bot, 2023). Örnekte de görüldüğü üzere denizaltılar dost kuvvetin elinde oldukça etkili bir silah olabilecekken düşman kuvvetin elinde oldukça etkili birer tehdit haline gelmektedir. Bu nedenle denizaltılara karşı etkin bir savunma yapısına sahip olunması, olası bir harbin kazanılmasında büyük rol oynayacaktır. Bu çalışmada da tehdit denizaltılara karşı etkin bir savunma yapısına sahip olunması için gerekli platform sayıları ile bu platformlar üzerinde bulunması gereken silah sayılarının belirlenmesinde makine ve pekiştirmeli öğrenme algoritmalarından faydalanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma genel anlamda 4 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışmada kullanılacak verilerin tanımlanması ve ön işlenmesi yapılmaktadır. İkinci bölümde makine öğrenme algoritmaları kullanılarak her bir tehdit denizaltının imhası için atılması gereken silah sayıları hesaplanmaktadır. Üçüncü bölümde öncelikle tehdit denizaltıların tespit olasılıkları hesaplanmış, hesaplanan silah sayıları ve denizaltı tespit olasılıkları ile platform/silahların maliyet bilgileri kullanılarak pekiştirmeli öğrenme algoritmaları ile tüm tehdit denizaltıların optimal harekât tarzı belirlenmeye çalışılmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise bu çalışmayla elde edilen kazanımlara değinilmektedir.

2.1. Veri Tanımı ve Veri Ön İşleme

2.1.1. Verinin Tanımlanması

Bir DSH'ta harekatın başarısına etki eden birden çok parametre bulunmaktadır. Bahse konu parametreler genel başlıklar altında toplanacak olursa:

- Dost Kuvvet Verileri,
- Düşman Kuvvet Verileri,
- Çevresel Veriler olarak belirlenebilir (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

Bahse konu veriler milli güvenliğimiz açısından gizlilik derecelerine sahip olduklarından bu çalışmada tamamen sentetik veriler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında ilk olarak yukarıdaki parametreleri içeren detayları müteakip maddelerde açıklanmış 220 satırlık bir kaynak veri seti oluşturulmuştur.

2.1.1.1. Dost Kuvvet Verileri

[1] Almancada U-Boot olarak geçmektedir. Unterseeboot kelimesinin kısaltılmışı olarak kullanılır. Almancada denizaltı anlamına gelmektedir (U-Bot, 2023).

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan tüm platformların DSH kabiliyeti bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada dost kuvvet verilerinde sadece DSH yeteneği bulunan platformlar dikkate alınmıştır. Bu kapsamda dost kuvvetin; 3 tip Fırkateyn (toplam 12 adet), tek tip Korvet (toplam 3 adet), 2 tip Helikopter (toplam 16 adet), tek tip Deniz Karakol Uçağı (toplam 4 adet) ve 4 tip Denizaltıdan (toplam 12 adet) oluştuğu varsayılmıştır. Söz konusu verilere ilişkin örnek gösterim Tablo 1'de sunulmuştur.

2.1.1.2. Düşman Kuvvet Verileri

Çalışma kapsamında kullanılan dost unsurlar tarafından angajman gerçekleştirilecek düşman kuvvet denizaltılarına ilişkin verileri ifade etmektedir. Bu kapsamda düşman kuvvetin 5 tip Denizaltıdan (toplam 30 adet) oluştuğu varsayılmıştır. Çalışmada kullanılan düşman kuvvet verilerine ilişkin örnek gösterim Tablo 2'de sunulmuştur.

2.1.1.3. Çevresel Veriler

DSH'ta en öneli faktör tehdit denizaltının tespit edilmesidir. Sualtındaki bir platform/cismin tespit edilmesinde ise en önemli etken sesin iletilmesidir (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu nedenle DSH kapsamında yapılacak hesaplama/planlamalarda sesin sualtında iletimini etkileyen tüm faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu kapsamda sesin sualtında iletilmesini etkileyen ve çalışmada dikkate alınan faktörlere ilişkin örnek gösterim Tablo 3'te sunulmuştur. Bu çalışmada Ege Denizinde icra edilecek bir DSH harekâtı için analiz yapılmıştır. Bu nedenle bu bölgedeki çevresel veriler kullanılmıştır. Ancak mevsimsel değişimler anılan verilerin de değişmesine sebep olacaktır. Bu nedenle çalışmada kış mevsimi (Aralık, Ocak, Şubat dönemi) çevresel verileri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Dost Kuvvet Verileri Örnek Gösterimi.

Platform Tipi	Platform Miktarı (adet)	Sonar Menzili[2] (Deniz mili)	Sonar Yaşı[3] (yıl)	Sonar Frekansı[4] (Hz)	Tonajı[5] (ton)	Uzunluk[6] (metre)	Sürati[7] (knot)	Maliyeti[8] (milyon $)	Silah Tipi	Silah Maliyeti [9] (milyon $)
Fırkateyn Tip 1	6	46	45	6,7	4000	135	30	500	Torpido Tip 1 (T1)	1,8
									Torpido Tip 2 (T2)	2
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Düşman Kuvvet Verileri[10] Örnek Gösterimi.

Platform Tipi	Platform Miktarı (adet)	Sonar Menzili (Deniz mili)	Sonar Yaşı (yıl)	Sonar Frekansı (Hz)	Tonajı (ton)	Uzunluk (metre)	Sürati (knot)	Maliyeti (milyon $)	Sualtında Kalma Süresi [11](saat)	Silah Tipi	Silah Maliyeti (milyon $)
Tehdit Denizaltı Tip 1	4	40	35	7	1100	60	18	3000	18	Torpido Tip 4	2,1
										Torpido Tip 5	2,5

[2] Sonar menzili tehdit denizaltının tespit edilmesi ve angajman gerçekleştirilmesi açısından önemli bir parametredir. Sonar menzili arttıkça platformun tehdit denizaltıyı tespit etme olasılığı da artacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

[3] Sonar yaşı kullanılan sonarın sahip olduğu teknoloji ile ilgilidir. Bu nedenle sonar yaşı büyük olan platformlar daha eski teknolojiye sahip sonara sahip olacaktır. Bu durum tehdit denizaltının tespit edilme durumunu azaltacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

[4] Suyun altında tespit işlemi gönderilen ses dalgaları ile yapılmaktadır. Bu nedenle sonarların sahip olduğu frekans büyüklüğü sonar ile yapılacak tespit durumunu da değiştirecektir. Bu nedenle sonarların frekansları arttıkça tespit etme durumu da artacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

[5] Tonaj bilgisi tehdit denizaltılar tarafından atılacak silah miktarlarının hesaplanmasında kullanılacaktır. Angajman gerçekleştirilen platformun tonajı arttıkça imha etmek için gerekecek silah sayısı da artacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

[6] Uzunluk bilgisi tehdit denizaltılar tarafından atılacak silah miktarlarının hesaplanmasında kullanılacaktır. Angajman gerçekleştirilen platformun uzunluğu arttıkça platformun tonajı da artacak bu durumun imha etmek için gerekecek silah sayısını da artıracaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016).

[7] Platformun sürati tehdit denizaltının tespit olasılığının hesaplanmasında kullanılacak bir parametredir. Söz konusu olasılık hesabına ilişkin hesaplama detayları müteakip maddelerde açıklanacaktır (Operations Analysis Study Group , 1989).

[8] Maliyet bilgisi çalışmanın pekiştirmeli öğrenme ile yapılacak hesaplamalarında ceza puanı hesaplamalarında kullanılacaktır. Harekât tarzı belirlenirken dost platform imha edilmesi durumunda platformun maliyeti kadar ceza puanı alacaktır. Bu nedenle tehdit denizaltının imhasında daha düşük maliyete sahip platformlarca angajman gerçekleştirilmeye çalışılacak bu durumun yüksek değerli platformların korunmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda hesaplamada kullanılacak platform maliyetleri açık kaynaklarda yer alan değerlere göre belirlenmiştir (214 Sınıfı Denizaltı, 2023; ADA Sınıfı Korvet, 2023; Lockheed P-3 Orion, 2023; Sikorsky UH-60 , 2023; FDI Belharra Sınıfı Fırkateyn, 2023).

[9] Silah maliyeti de çalışmanın pekiştirmeli öğrenme ile yapılacak hesaplamalarında ceza puanı hesaplamalarında kullanılacaktır. Harekât tarzı belirlenirken dost platform tarafından atılacak silahların maliyeti kadar ceza puanı alacaktır. Bu nedenle tehdit denizaltının imhasında daha düşük maliyete sahip silahlar ile angajman gerçekleştirilmeye çalışılacak bu durum daha maliyet etkin bir DSH planlaması yapılmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda hesaplamada kullanılacak silah maliyetleri açık kaynaklarda yer alan değerlere göre belirlenmiştir (SÜNNETÇİ , 2017).

[10] Su altında kalma süresi dışındaki diğer parametreler dost kuvvet verilerindeki parametreler ile aynı amaçla kullanılacaktır. Sadece taraf olarak değişiklik olacaktır. Örneğin maliyet bilgisi yine çalışmanın pekiştirmeli öğrenme ile yapılacak hesaplamalarında ceza puanı hesaplamalarında kullanılacaktır. Çalışmada sadece dost kuvvetin değil aynı zamanda düşman kuvvetin de harekât tarzı belirlenmektedir. Bu nedenle düşman kuvvetin harekât tarzı belirlenirken; düşman kuvvete ait bir denizaltının imha edilmesi durumunda denizaltının maliyeti kadar ceza puanı alacaktır. Bu nedenle düşman kuvvet dost kuvvete ait platformları imha etmek için daha düşük maliyete sahip denizaltılarca angajman gerçekleştirilmeye çalışılacak bu durumun yüksek değerli denizaltıların korunmasını sağlayacaktır.

[11] Sualtında kalma süresi tehdit denizaltının tespit olasılığının hesaplanmasında kullanılacak bir parametredir. Söz konusu olasılık hesabına ilişkin hesaplama detayları müteakip maddelerde açıklanacaktır.

Platform Tipi	Platform Miktarı (adet)	Sonar Menzili (Deniz mili)	Sonar Yaşı (yıl)	Sonar Frekansı (Hz)	Tonajı (ton)	Uzunluk (metre)	Sürati (knot)	Maliyeti (milyon $)	Sualtında Kalma Süresi [11](saat)	Silah Tipi	Silah Maliyeti (milyon $)
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

Tablo 3. Çalışmada Kullanılan Çevresel Veriler Örnek Gösterimi.

Deniz Suyu Sıcaklığı[12]	Deniz Suyu Tuzluluk Oranı[13]	Deniz Suyu Yoğunluğu[14]	Gürültü Verileri[15]			
			Deniz Trafiği Gürültüsü[16](dBA)	Çevresel Gürültüler[17](dBA)	Platformun Kendi Gürültüsü[18] (dBA)	Sismik Gürültüler[19] (dBA)
15,5	37,23	26,05	64	35	25	0,8
…	…	…	…	…	…	…

[12] Sesin su içerisinde yayılmasını etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklık arttıkça ses hızı da artış gösterecektir. Ses hızının artması tehdit denizaltının tespit olasılığını da artıracaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 13,13, standart sapması 5 olan normal dağılıma uygun 220 adet sıcaklık değeri oluşturulmuştur (KALIPÇI, et al., 2021).

[13] Deniz suyu tuzluluk oranının binde bir artışı ses hızında 1.3 m/s'lik artışa sebep olmaktadır. Ses hızının artması tespit olasılığını artırdığından deniz suyu tuzluluk oranı arttıkça tehdit denizaltının tespit olasılığı da artacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 36,22, standart sapması 4 olan normal dağılıma uygun 220 adet deniz suyu tuzluluk değeri oluşturulmuştur (KASKATI, 2010).

[14] Deniz suyu yoğunluğu tuzluluk ve sıcaklık parametrelerine göre değişiklik gösterir. Yoğunluktaki artış ses hızını da artırır. Ses hızının artması tespit olasılığını artırdığından deniz suyu yoğunluğu arttıkça tehdit denizaltının tespit olasılığı da artacaktır (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 26,05, standart sapması 1,5 olan normal dağılıma uygun 220 adet deniz suyu yoğunluğu değeri oluşturulmuştur (ORAN, 1994).

[15] Sualtındaki platform/cisimlerin tespitinde gürültü değerleri de oldukça büyük öneme sahiptir. Ortamda yer alan gürültü değerleri sesin iletilmesinde engel oluşturabileceklerdir. Bu nedenle ortamda yer alan gürültü değerlerinin de hesaplamada dikkate alınması gerekmektedir (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda çalışmada, denizaltında oluşabilecek detayları müteakip maddelerde açıklanan gürültü değerleri dikkate alınmıştır.

[16] Bu gürültü değeri deniz trafiğini oluşturan gemilerin pervane ve makine gürültüleri ile yükleme, boşaltma, yedekleme, deniz sanayi tesislerindeki makinelerin yol açtığı gürültülerdir. Bu gürültüler rüzgâr ve hava şartlarına bağlı değildir (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 62, standart sapması 5 olan normal dağılıma uygun 220 adet deniz trafiği gürültüsü değeri oluşturulmuştur (YALILI KILIÇ & ADALI, 2020).

[17] Çevre gürültüsü kendi gürültümüz ile bazı özel gürültü kaynağı gemilerin yaydığı gürültü dışında kalan denizin kendi fon gürültüsüdür. Çevre gürültüsü bulunulan ortama göre değişiklik gösterir. Çevre gürültüsü satıh gürültüsü (su yüzeyindeki dalga, rüzgâr ve yağış gürültüleri), biyolojik gürültüler (deniz canlılarından kaynaklanan gürültüler) ve deniz suyu türbülansı (deniz içerisinde oluşan tüm akıntı ve türbülanslar) sebebiyle oluşan gürültülerdir (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 30, standart sapması 5 olan normal dağılıma uygun 220 adet çevre gürültüsü değeri oluşturulmuştur (AKSOY, 2022).

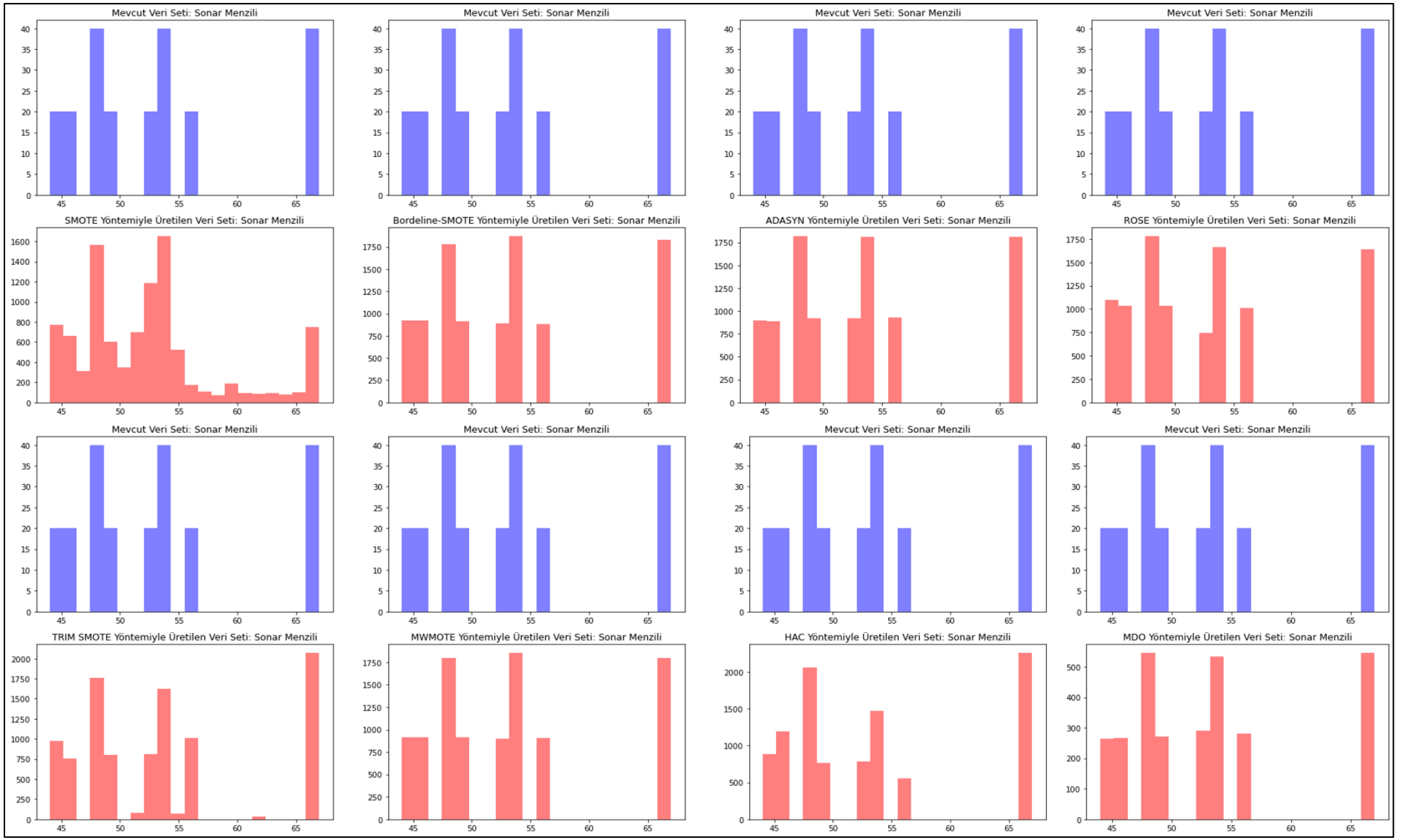
[18] Sadece kendi gemimiz tarafından oluşturulan gürültü değeridir. Kendi gürültümüz hedeften gelen ekoyu maskelediği için tespit olasılıklarına da olumsuz etki eder (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu nedenle hedef tespitinde dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 27, standart sapması 5 olan normal dağılıma uygun 220 adet platform gürültüsü değeri oluşturulmuştur (ATA, 2015).

[19] Dünya üzerinde sürekli olarak sismik aktiviteler oluşmaktadır. Bu durum deniz altında düşük frekanslı da olsa bir gürültüye sebebiyet vermektedir. Sismik gürültüler hedeften gelen ekoyu maskelediği için tespit olasılıklarına da olumsuz etki eder (AKBORİ, 2004; ÜNLÜ , 2015; STEPHEN JR , 2016). Bu nedenle hedef tespitinde dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Bu kapsamda kaynak veri setinde ortalaması 0,9, standart sapması 0,5 olan normal dağılıma uygun 220 adet sismik gürültü değeri oluşturulmuştur.

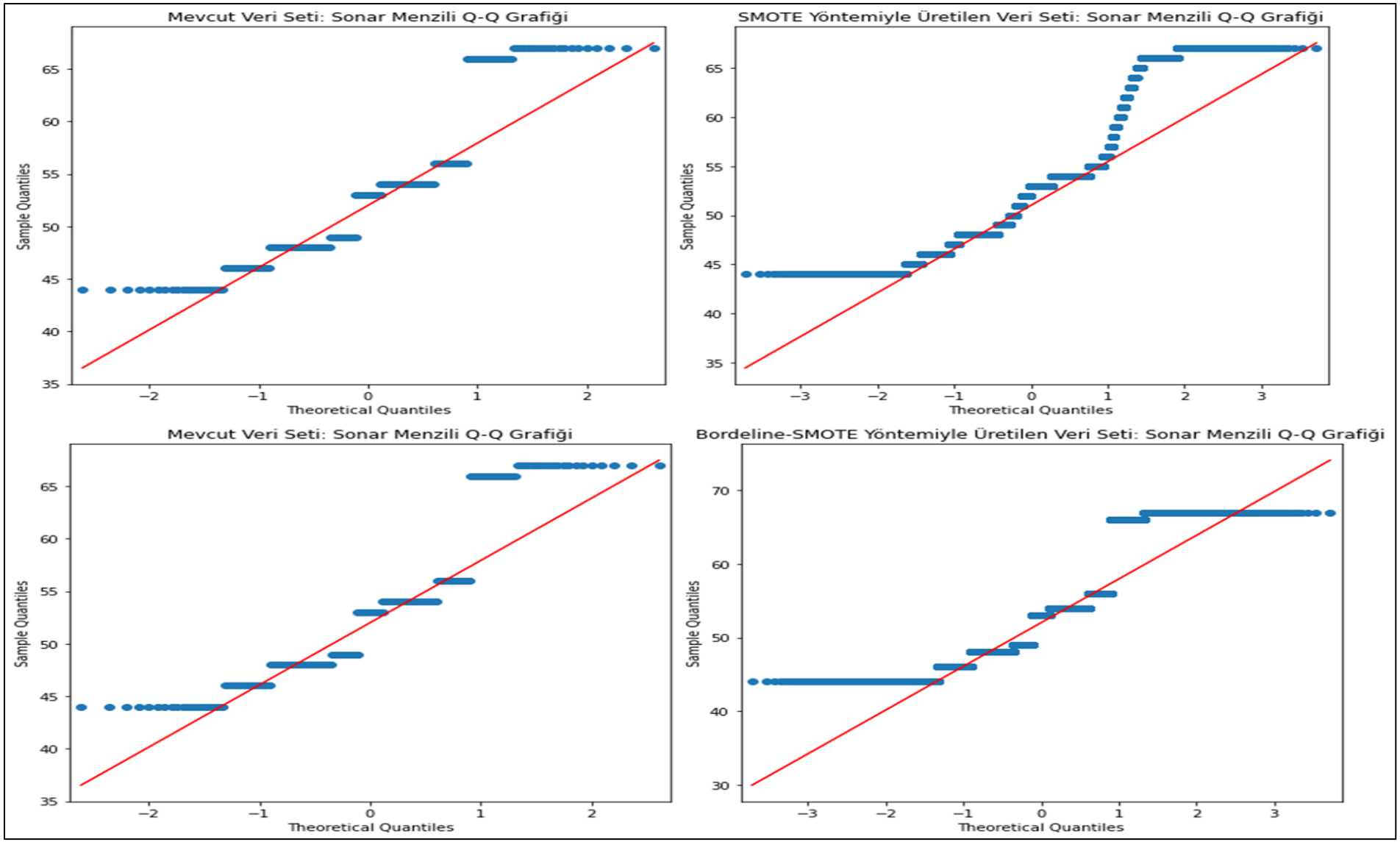
Buraya kadar açıklanan verilere ilave olarak tehdit platformların imha edilmesi için atılan silah sayıları da kaynak veri setine eklenmiş (atılan silah sayıları 1-5 arasında rastgele oluşturulmuştur.) ve her iki taraf için (dost/düşman kuvvet) angajman veri tabanları oluşturulmuştur. Ardından bahse konu kaynak veri setleri ve 8 farklı sentetik veri üretme tekniği (Synthetic Minority Over Sampling Technique (SMOTE), Borderline-SMOTE, Adaptive Synthetic Sampling (ADASYN), Random Over Sampling Examples (ROSE), Trimmed SMOTE (Trim-SMOTE), Majority Weighted Minority Oversampling Technique (MWMOTE), Hierarchical Agglomerative Clustering (HAC) ve Mixture Density Oversampling (MDO)) kullanılarak veri sayısı 10000 olacak şekilde veri artırımı yapılmıştır. Müteakiben söz konusu veriler bir dizi testlere tabi tutularak en iyi performans gösteren sentetik veri üretme tekniği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan sentetik veri üretme tekniklerine yönelik bilgiler müteakip maddelerde açıklanmıştır.

- **SMOTE Yöntemi:** Bu yöntem azınlık sınıftaki örneklerin sayısını artırmak için sentetik veriler üretir. Azınlık sınıfındaki örneklerin her biri seçilir ve bunların her biri ile rastgele seçilen bir diğer örnek arasındaki farklar hesaplanır. Ardından, bu farkların bir çarpanı ile çarpılır ve seçilen örnek ile çarpılmış farklar toplanarak yeni bir örnek oluşturulur (MURATLAR , 2021).
- **Borderline-SMOTE Yöntemi:** SMOTE yöntemi ile benzer bir prensibe sahiptir. Ancak SMOTE yöntemine kıyasla daha az sayıda ve daha doğru sentetik veriler üretir. Borderline-SMOTE Yöntemi yalnızca sınıf sınırına yakın olan örnekleri seçerek sentetik veri üretir (GOSWAMI, 2020).
- **ADASYN Yöntemi:** SMOTE yöntemi gibi azınlık sınıfın örneklem sayısını artırmak için kullanılır. Ancak SMOTE yönteminden farklı olarak azınlık sınıfındaki her bir örnek için en yakın komşuların sayısına bağlı olarak ağırlık değeri belirler. Bu ağırlık değeri sentetik veri oranının belirlenmesinde kullanılır. Yani azınlık sınıftaki verilerin daha az olduğu bölgelerde daha fazla sentetik veri üretilir (HE, et al., 2010).
- **ROSE Yöntemi:** Bu yöntemde örneklem sayısını artırmak için rastgele seçilen veriler kopyalanır ve sentetik veriler oluşturulur (WISAM, 2023).
- **Trim-SMOTE Yöntemi:** Bu yöntem SMOTE yöntemini temel alır, ancak oluşturulan örnekler SMOTE yöntemine kıyasla daha dikkatli bir şekilde oluşturulur. Bu yöntemde öncelikle SMOTE yöntemi kullanılarak sentetik örnekler oluşturulur. Daha sonra oluşturulan sentetik örneklerden daha az önemli olan örnekler kaldırılır. Böylece daha kaliteli veriler oluşturulur (Kovacs, 2019).
- **MWMOTE Yöntemi:** Bu yöntemde öncelikle her bir azınlık sınıfı için bir ağırlık değeri hesaplanır. Daha sonra SMOTE yöntemindeki veri üretme yöntemi ve azınlık sınıfların ağırlık değerleri dikkate alınarak sentetik veriler üretilir (Kovacs, 2019).
- **HAC Yöntemi:** Bu yöntemde öncelikle tüm verilerin birbirleriyle olan benzerlikleri bir matrise kaydedilir. Daha sonra bu matris yardımıyla örnekler kümelere ayrılır. Bu kümelere ayırma işlemlerinde benzerlik matrisindeki örnekler arasındaki uzaklık ve benzerlik değerlerine göre sentetik değerler oluşturulur (Kovacs, 2019).
- **MDO Yöntemi:** Bu yöntemde ilk olarak azınlık sınıftaki örneklerin özelliklerini ve dağılımlarını Gaussian karışım modeli (Gaussian Mixture Model – GMM) ile modeller. Daha sonra azınlık sınıftaki örneklerden modele uygun şekilde rastgele seçimler yapılır ve farklı ağırlıklar verilerek sentetik örnekler üretilir (Kovacs, 2019).

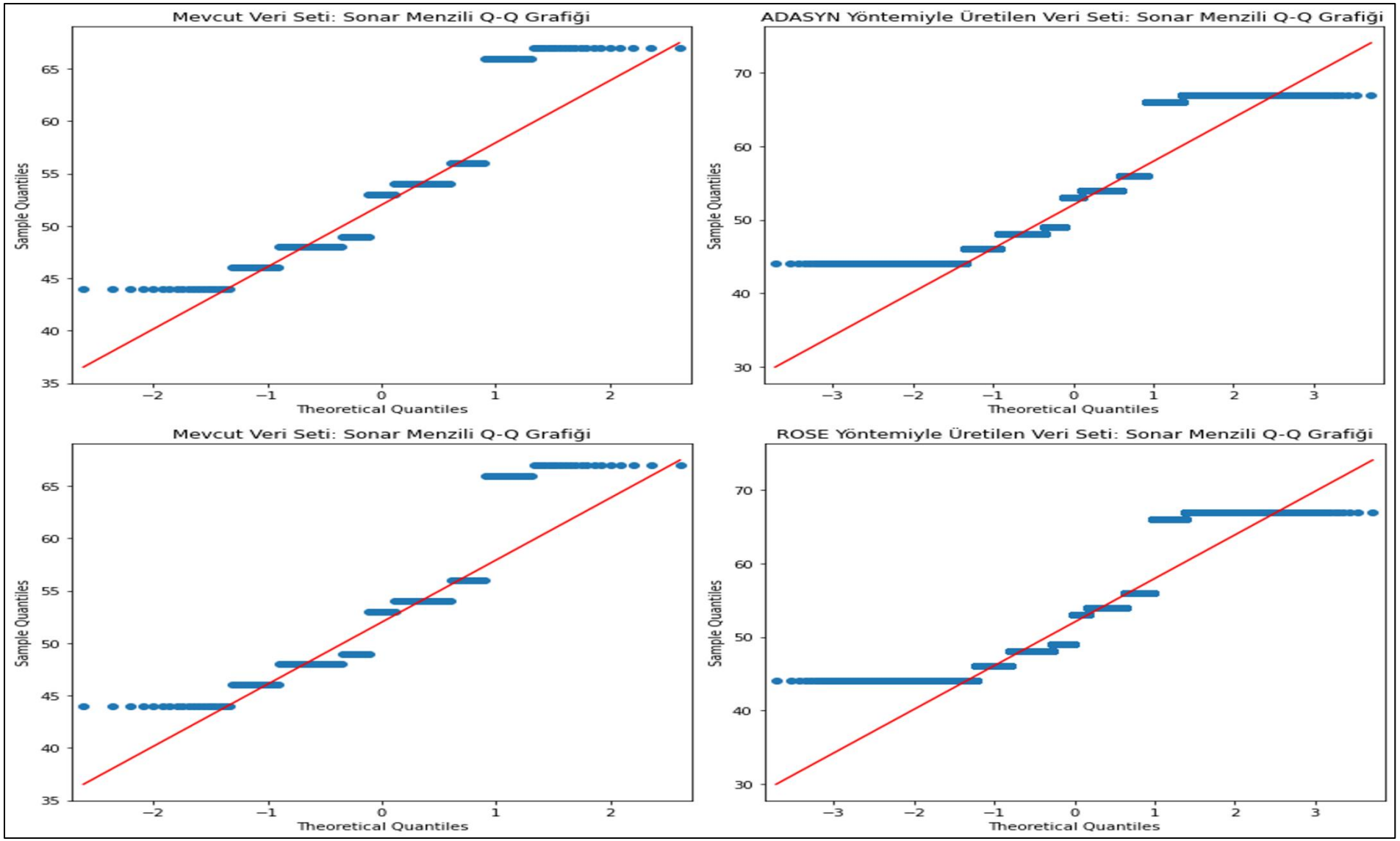
Çalışma kapsamında yukarıda açıklanan 8 yöntem ile veri sayısı 10000 olacak şekilde ayrı ayrı sentetik veri üretimi gerçekleştirilmiştir. Ardından her bir yöntem ile elde edilen sentetik veri setlerinin ilk olarak Histogram ve Yoğunluk grafikleri çizdirilerek veri dağılımları belirlenmeye çalışılmıştır. Bahse konu çizimlere ilişkin örnekler Şekil 1'de sunulmuştur. Ayrıca her bir sentetik veri setinin Q-Q çizgileri çizdirilerek verilerin normal dağılıma uygunlukları incelenmiştir. Elde edilen Q-Q çizgilerine ilişkin örnekler Şekil (2 ve 3)'te sunulmuştur.



Şekil 1. Mevcut ve Sentetik Verilere Ait Histogram-Yoğunluk Grafikleri.



Şekil 2. Mevcut ve Sentetik Verilere Ait Q-Q Çizgileri-1.



Şekil 3. Mevcut ve Sentetik Verilere Ait Q-Q Çizgileri-2.

Bir veri setinin normal dağılıma uyması durumunda verilerin Q-Q çizgileri etrafında toplanması beklenir (FORD, 2015). Ancak elde edilen Q-Q çizgilerinde söz konusu toplanma gözlemlenememiştir. Bu nedenle veri setlerinin normal dağılıma uygunluğu hakkında kesin bir yorum yapılamamaktadır. Bu kapsamda hem kaynak veri seti hem de sentetik veri setlerine Kolmogorov-Smirnov[20] testi uygulanmış ve veri setleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen hesaplama sonuçları incelendiğinde kaynak veri setleri ile sentetik veri setleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür. Bunlara ilave olarak her bir sentetik veri setinin "Doğruluk Skoru[21]", "F1 Skoru[22]", "Kesinlik Değeri[23]", "Duyarlılık Değeri[24]" ve "ROC-AUC Değeri[25]" hesaplanmıştır. Buraya kadar açıklanmış olan tüm test sonuçlarının detayları incelendiğinde sentetik veri üretme teknikleri arasında en iyi performansın MDO yöntemiyle elde edildiği görülmüştür. Bu nedenle makine öğrenmesi kapsamında model eğitimi için kullanılacak veri seti olarak MDO yöntemiyle elde edilen sentetik veriler kullanılmıştır.

2.2. Tehdit İmhası İçin Atılması Gereken Silah Sayılarının Hesaplanması

Sentetik verilerin üretilmesinden sonra her bir tehdidin imhası için gerekli silah sayıları hesaplanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak faydalanılacak algoritma belirlenmiştir. Çalışma kapsamında KNN, Karar Ağaçları, Rastgele Orman, Gradient Boasting ve yapay sinir ağları algoritmaları ile bu algoritmalardan müteşekkil karışık (mix) algoritmalar (Stacking[26] ve Voting[27]) ile tahminler yapılmış ve her bir algoritmanın tahmin performanslarına bakılarak hangi algoritmanın kullanılacağı belirlenmiştir. Algoritma seçiminde iki farklı performans testi uygulanmıştır. İlk testte modelin eğitildiği veri seti %80 eğitim %20 test olacak şekilde ayrılmıştır. Verilerin %80'i ile eğitilen algoritmalar kalan %20'lik veriler ile test edilmiştir. Bu testler sonucunda tahminlerin doğrulukları Hata Kareleri Ortalaması (Mean

[20] Kolmogorov-Smirnov testi (KS testi), veri dağılımlarının iki örneklem veya bir örneklem ile bir teorik dağılım arasındaki benzerliği veya farklılığı değerlendirmek için kullanılan bir istatistiksel hipotez testidir. Bu test, özellikle iki örneklem arasındaki farkların incelenmesinde yaygın olarak kullanılır. Bu test, birçok farklı veri bilimi ve istatistiksel analiz uygulamasında kullanılır. Kolmogorov-Smirnov testi, bir kritik değer (KS istatistiği) hesaplar ve bu değeri belirli bir anlamlılık düzeyi (örneğin, $\alpha = 0.05$) ile karşılaştırır. Eğer hesaplanan KS istatistiği kritik değerden büyükse, null hipotez reddedilir ve iki dağılım arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (Vikipedi, 2022).

[21] Accuracy değeri modelde doğru tahmin ettiğimiz alanların toplam veri kümesine oranı ile hesaplanmaktır. Eğer biz 100 mağazadan oluşan bir kitlede 40 mağazanın churn edip etmediğini doğru tahmin edersek Doğruluk değerimiz %40 olacaktır (ÖĞÜNDÜR, 2019).

[22] F1 skoru kesinlik ve duyarlılık değerlerini birleştirerek tek bir sayıya indirger. F1 skorunu, elimizde birden fazla modelin kesinlik ve doğruluk değerleri varken arasından en iyi modeli seçmek için kullanırız. F1 skoru en yüksek 1 değerini alırken, en düşük olarak da 0 değerini alır (Devreyakan, 2021).

[23] Kesinlik değeri özellikle False Positive tahminlemenin maliyeti yüksek olduğu durumlarda çok önemlidir. Örneğin mail kutunuza gelmesi gereken mailleri eğer modeliniz spam olarak işaretlerse (FP) bu durumda almanız gereken önemli mailleri görememiş olur ve sizin için kayıp yaratan bir durumda kalırsınız. Bu durumda Kesinlik değerinin yüksek olması model seçiminde önemli bir etken olacaktır (ÖĞÜNDÜR, 2019).

[24] Duyarlılık değeri de False Negative olarak tahminlemenin maliyetinin yüksek olduğu durumlarda bize yardımcı olacak bir metriktir. Mümkün olduğunca yüksek olması gereklidir (ÖĞÜNDÜR, 2019).

[25] ROC eğrisi sınıflandırma problemleri için çok önemli bir performans ölçümüdür. ROC bir olasılık eğrisidir ve altında kalan alan olan AUC ayrılabilirliğin derecesini veya ölçüsünü temsil eder. ROC eğrisinde X ekseninde FPR(Yanlış Pozitif Oran) ve Y ekseninde ise TPR (Gerçek Pozitif Oranı) bulunmaktadır. AUC Modelin sınıfları ne kadar başarılı ayırt edebildiğini anlatır. AUC arttıkça, model 0'ları 0 ve 1'leri 1 olarak tahmin etmede daha iyidir. Örneğin hasta olan ve olmayan kullanıcıların olduğu bir veri setinde AUC ne kadar yüksekse, model hastalığı olan ve olmayan hastaları ayırt etmekte daha iyi performans gösterir (ÖĞÜNDÜR, 2020).

[26] Stacking (istifleme) topluluk öğrenme yöntemi, farklı tür sınıflayıcıların tahminlerini meta sınıflayıcı için girdi kabul ederek bu tahminlerden daha yüksek performanslı bir tahmin üretme esasına dayanmaktadır. Stacking topluluk öğrenme yöntemi bu anlamda iki aşamalı bir öğrenme süreci sunmaktadır. İlk aşamada aynı eğitim veri setinden farklı tür sınıflayıcılar ile tahminler elde edilmektedir. İkinci aşamada ise ilk aşamadan elde edilen tahminler meta sınıflayıcıda işlenerek topluluk öğrenme modelinin tahmini elde edilmektedir (CENGİZ, 2023).

[27] Voting (oylama) topluluk öğrenme yönteminde, farklı türdeki sınıflayıcıların tahminlerinin birleştirilerek çoğunluğun tahmini, topluluk tahmini olarak kabul edilmektedir. Esasında voting yöntemi bir birleştirme tekniği olmasına karşın farklı türdeki sınıflayıcıların birleştirilmesinde oldukça yaygın bir kullanım alanı oluşturmuştur. Aynı veri setini farklı türdeki sınıflayıcıların sınıflandırması tahminlerde çeşitlilik sağlamaktadır. Tahminlerde çeşitliliğin oluşması, topluluk yönteminde doğruluk performansını artıran bir unsurdur. Bu nedenle voting topluluk yöntemlerinde genelde çeşitliliğin sağlanması durumunda yüksek performanslı tahminler elde edilebilmektedir (CENGİZ, 2023).

Squared Error, MSE) [28] skorlarına göre belirlenmiştir. İkinci testte ise dost kuvvet, düşman kuvvet ve çevresel verilerden oluşturulan "Tahmin Veri Seti"ndeki değerler kullanılarak yeniden tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminlerin doğrulukları yine MSE skorlarına bakılarak hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplamalara ilişkin sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Makine Öğrenme Algoritmaları Tahmin Doğruluk Oranları.

Eğitim ve Test Verileri Aynı Veri Setinden Alınan Durum		**Eğitim ve Test Verileri Farklı Veri Setinden Alınan Durum**	
Algoritmanın Adı	**MSE Skoru**	**Algoritmanın Adı**	**MSE Skoru**
KNN	4,23	KNN	4,02
Karar Ağaçları	4,24	Karar Ağaçları	4,03
Rastgele Orman	4,24	Rastgele Orman	3,07
Gradient Boasting	3,65	Gradient Boasting	3,24
Yapay Sinir Ağları	2,81	Yapay Sinir Ağları	4,63
Stacking	4,02	Stacking	4,02
Voting	3,67	Voting	3,02

Tablo 4'te de görüldüğü üzere eğitim ve test verileri aynı veri setinden olması durumunda en iyi performans yapay sinir ağları ile elde edilmiştir. Ancak eğitim ve test verileri farklı veri setlerinden olduğunda en iyi performans Voting algoritması ile elde edilmektedir. Bu nedenle çalışmada her iki testte de tahmin hatası daha az olan "Voting" yöntemi ile elde edilen mix algoritmadan faydalanarak atılması gereken silah sayıları hesaplanmıştır. Bu kapsamda Tahmin Veri Seti kullanılarak hesaplanan silah miktarlarına ilişkin örnek gösterim Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Hesaplanan Silah Sayıları Örnek Gösterimi.

Atıcı Platform Adı	**Hedef Platform Adı**	**Atılacak Silah Sayısı**					
		T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
Fırkateyn Tip 1	Tehdit Denizaltı Tip 2	2	1	-	-	-	-
Helikopter Tip 1	Tehdit Denizaltı Tip 5	-	2	1	-	-	-
Tehdit Denizaltı Tip 3	Korvet	-	-	-	-	1	1

2.3. Tehdit Denizaltı Tespit Olasılıklarının Belirlenmesi

Tehdit denizaltının tespit olasılığı çalışmanın pekiştirmeli öğrenme kısmına girdi sağlayacak bir parametredir. Tehdit denizaltı tespit olasılığı ödül ve ceza hesaplamalarında dikkate alınan bir parametredir. Daha gelişmiş teknolojiye sahip bir tehdit denizaltıyı tespit etmek daha zor olacaktır. Bu nedenle tespit olasılığı daha düşük olan bir tehdit denizaltı imha edilmesi durumunda daha yüksek ödül değeri alınacaktır. Bu kapsamda tehdit denizaltıların tespit olasılıkları literatürde de kullanılan (5)-(7) (Operations Analysis Study Group , 1989) numaralı formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda elde edilen tespit olasılıklarına ilişkin örnek gösterim Tablo 6'da sunulmuştur. (Tehdit denizaltılarca dost kuvvet platformlarını tespit etme olasılıkları tüm denizaltılar ve platformlar için eşit kabul edildiğinden hesaplamaya dahil edilmemiştir.)

$$p_i^j = 1 - e^{-\left[\frac{(w_i * l)}{a}\right]} \quad (5)$$

$$a = \pi * \left(v_j * t_j\right)^2 \quad (6)$$

$$l = v_i * t_j \quad (7)$$

[28] Ortalama Kare Hatası tahmin edilen sonuçlarınızın gerçek sayıdan ne kadar farklı olduğuna dair size mutlak bir sayı verir. Tek bir sonuçtan çok fazla içgörü yorumlayamazsınız, ancak size diğer model sonuçlarıyla karşılaştırmak için gerçek bir sayı verir ve en iyi regresyon modelini seçmenize yardımcı olur. Kök Ortalama Karekök Hatası (RMSE), MSE'nin karekökü dür. MSE'den daha sık kullanılır çünkü bazen MSE değeri kolayca karşılaştırılamayacak kadar büyük olabilir. Bu yüzden MSE hata karesi ile hesaplanır ve böylece yorumlamayı kolaylaştırır (KÖSEOĞLU, 2021).

p_i^j: i dost platformun j tehdit platformu tespit etme olasılığı.
w_i : i dost platformun sonar menzili.
v_i: i dost platformun sürati.
v_j: j tehdit platformun sürati.
t_j: j tehdit platformun sualtında kalma süresi.

Tablo 6. Hesaplanan Tehdit Denizaltı Tespit Olasılıkları Örnek Gösterimi.

Tehdit Platform / Dost Platform	Tehdit D/A Tip 1	Tehdit D/A Tip 2	Tehdit D/A Tip 3	…
Fırkateyn Tip 1-1	0,086	0,053	0,045	…
Korvet-1	0,095	0,059	0,050	…
Deniz Karakol Uçağı-1	0,082	0,051	0,043	…
…	…	…	…	…

2.4. Optimal Harekât Tarzının Belirlenmesi

Çalışmanın bu kısmında buraya kadar hesaplanan veriler kullanılarak ve pekiştirmeli öğrenme[29] algoritmasından faydalanarak optimal harekât tarzı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda platform ve torpido maliyetleri ile tehdit denizaltı tespit olasılıkları ödül/ceza hesaplamalarında girdi olarak kullanılmıştır. Çalışma kapsamında hem dost hem de düşman kuvvetin harekât tarzı belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle ödül/ceza puanları her iki taraf için farklı fraklı hesaplanmıştır. Anılan ödül/ceza hesaplamaları (8) ve (9) numaralı formüllere göre yapılmıştır.

$$r_k^d = \left[\left(c_k^{td} * \frac{1}{p_i^j}\right) - \left(c_k^d + \left(c_k^{dt} * a_k^{dt}\right)\right)\right] \quad (8)$$

$$r_k^t = \left[\left(c_k^d\right) - \left(c_k^{td} + \left(c_k^{tt} * a_k^{tt}\right)\right)\right] \quad (9)$$

r_k^d: k durumunda dost kuvvetin kazandığı ödül değeri.
c_k^{td}: k durumunda imha edilen düşman kuvvet D/A maliyeti.
c_k^d: k durumunda imha edilen dost kuvvet platform maliyeti.
c_k^{dt}: k durumunda imha edilecek D/A'nın imhası için dost kuvvet tarafından atılan silahın maliyeti.
a_k^{dt}: k durumunda imha edilecek D/A'nın imhası için dost kuvvet tarafından atılan silah sayısı.
r_k^t: : k durumunda düşman kuvvetin kazandığı ödül değeri.
c_k^{tt}: k durumunda imha edilecek dost kuvvet platformunun imhası için düşman kuvvet tarafından atılan silahın maliyeti.
a_k^{tt}: k durumunda imha edilecek dost kuvvet platformunun imhası için düşman kuvvet tarafından atılan silah sayısı.

Bu yönteme göre hesaplanan ödül/ceza puanlarına göre optimal harekât tarzının belirlenmesi için öncelikle pekiştirmeli öğrenme algoritmasında hiperparametre optimizasyonu yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda Yineleme Sayısı, Öğrenme Oranı ve Keşif Oranındaki değişime göre elde ödül değeri değişimleri incelenmiş ve yineleme sayısı 35, öğrenme oranı 0,5 ve keşif oranı 0,5 olarak dikkate alındığında ödül değerindeki değişimde anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür. Bu nedenle hesaplamalarda anılan değerler dikkate alınmıştır. Tüm bu girdilere istinaden hesaplanan optimal harekât tarzına ilişkin örnek gösterim Tablo 7'de sunulmuştur.

[29] Pekiştirmeli öğrenme, eğitim verisi olmadan ajanın (robot, araç,…) çevreden alacağı tepkiler ile eğitilmesini amaçlayan bir makine öğrenmesi türüdür. Pekiştirmeli öğrenme modeli canlıların öğrenme yapısına benzer çalışır. Örneğin, bir bebek yürümeyi öğrenirken yüzlerce kez düşer, her düşüşünde biraz daha deneyim kazanır ve en sonunda yürümeye başlar. Temel yapıda pekiştirmeli öğrenmede de benzer bir yaklaşım vardır. Modelde bir ajan vardır ve bu ajan çevreye göre bir aksiyon gösterir, buna politika (policy) denir ve çevreden buna karşılık bir tepki bekler. Oluşan tepkiler önceden belirlenmiş ödül sistemine (reward) tabi tutulur. Kazanılan ödül doğrultusunda ajan eğitilir, yaptığının ne kadar yanlış ya da doğru olduğunu anlar. Bu şekilde denemeler yaparak en iyi ödül performansı elde edilmeye çalışılır (DOĞAN, 2019).

Tablo 7. Dost ve Düşman Kuvvet İçin Hesaplanan Optimal Harekât Tarzları.

Dost Kuvvet Harekât Tarzı		**Düşman Kuvvet Harekât Tarzı**	
Angajman Gerçekleştiren Platform	**İmha Edilen Tehdit Denizaltı**	**Angajman Gerçekleştiren Tehdit Denizaltı**	**İmha Edilen Platform**
Fırkateyn Tip1-1	Tehdit Denizaltı Tip 1-3	Tehdit Denizaltı Tip 5-2	Korvet-2
Helikopter Tip 2-3	Tehdit Denizaltı Tip 3-2	Tehdit Denizaltı Tip 1-3	Denizaltı Tip 3-2
…	…	…	…

Yapılan hesaplama sonucunda düşman kuvvetin elinde bulunan tüm denizaltılar imha edilmiştir. Bununla birlikte dost kuvvet elinde bulunan 1 adet Fırkateyn Tip 2, 4 adet Helikopter Tip 1, 1 adet Helikopter Tip 1, 3 adet Denizaltı Tip 1, 3 adet Denizaltı Tip 2, 2 adet Denizaltı Tip 3 ve 3 adet Denizaltı Tip 4 platformları herhangi bir tehdit denizaltıya angajman gerçekleştirilmemiştir. Bu durum anılan platformların farklı harekatlarda kullanılmasını sağlayabilecektir. Çalışma kapsamında harekât tarzlarının yanında harcanan silah sayıları da belirlenmiştir. Bu kapsamda hesaplanan silah sayıları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Dost Kuvvet İhtiyaç Duyulan Silah Sayıları.

Dost Kuvvet	
Silah Adı	**İhtiyaç Miktarı**
T1	55
T2	60
T3	60

3. SONUÇ

Halihazırda mühimmat stok planlamalarında "Tehdide Yönelik Olasılıksal Yaklaşım" kullanılmaktadır. Söz konusu yöntemde ilk olarak tehdit analiz edilmektedir. Ardından literatürde yer alan hesaplama yöntemleri ve birtakım varsayımlara göre tehdidin imhası için atılması gereken mühimmat miktarları belirlenmektedir. Daha sonra tamamen personel tecrübesine dayalı olan bir yöntemle platformlar üzerine konuşlanacak mühimmat sayıları hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda dikkate alınan varsayımlar ve yöntemler her analizde farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca geçmiş verilerden bağımsız hareket edildiği için hesaplamalarda standart sağlanamamaktadır. Bu kapsamda bu çalışma ile elde edilen kazanımları görebilmek için bu çalışmadaki değerlere göre Tehdide Yönelik Olasılıksal Yaklaşım ile de silah sayıları hesaplanmıştır. Elde edilen hesaplama sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Tehdide Yönelik Olasılıksal Yaklaşım ile Hesaplanan Silah Sayıları.

Platform Adı	Silah Adı	Olasılıksal Yöntem ile Elde Edilen Silah Miktarları	Toplam Stok Miktarları	Birim Maliyet (milyon $)
Fırkateyn Tip 1	T1	3	18	1,8
	T2	2	12	2
Korvet	T2	2	6	2
	T3	3	6	2,1
…	…	…	…	…
	…	…	…	…
			Toplam Maliyet	452,3

Tablo 9'da görüldüğü üzere Tehdide Yönelik Olasılıksal Yaklaşım ile hesaplanan silah sayıları ile ortaya çıkan maliyet 452,3 milyon dolar olmaktadır. Bu çalışma ile yapılan hesaplama sonucundaki silah sayılarının toplam maliyeti ise yaklaşık 345 milyon dolar olmaktadır. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere bu çalışmada olduğu gibi silah sayılarının hesaplanmasında makine ve pekiştirmeli öğrenme algoritmalarından faydalanılması durumunda maliyet etkin çözümler geliştirilebilecektir. Ayrıca yapılan çalışmalar veri güdümlü olacağından personel değişimi gibi durumlardan etkilenmeyecek ve her dönemde tutarlı sonuçlar verecektir. Bununla birlikte bu çalışma sayesinde sadece mühimmat miktarları

değil aynı zamanda DSH kapsamında kullanılacak platformların planlamaları da yapılabilecek, tehdit denizaltılar ile angajmana girmeyen platformların farklı alanlarda görevlendirilmesi sağlanabilecektir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma ile Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterindeki DSH kapsamında kullanılacak platformların ve platformlar üzerindeki silahların optimal seviyede planlanması için hesaplamalar yapılmıştır. Ancak herhangi bir deniz savaşında sadece DSH için planlama yapmak yeterli olmayacaktır. Su üstündeki platformların imhası için Su üstü Harbi (SUH) ve Elektronik Harp gibi harp nevileri için de planlamalar yapılması gerekecektir. Bu nedenle bu çalışmanın tüm harp nevilerini içerecek şekilde genişletilmesi ile daha etkin bir planlama aracına sahip olunabilecektir. Ayrıca söz konusu çalışmaların simülasyon yetenekleri ile birleştirilmesi ile daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilecektir.

5. TEŞEKKÜR

Önceki maddelerde açıklanan hesaplamalar tez çalışmalarım doğrultusunda yapılmıştır. Bu nedenle sadece bu bildirinin hazırlanma sürecinde değil aynı zamanda tüm tez sürecinde yanımda olan her zaman sabır ve destek gösteren değerli eşim Demet ISLAK AKYOL'a, çalışmalarım süresince teknik anlamda desteğini esirgemeyen kıymetli arkadaşım Yüksek Mühendis Ragıp ZİLCİ'ye ve tüm tez sürecinde çalışmamı her zaman daha da iyi seviyelere çıkarmamı sağlayan, bilgi birikimi ile gelişmemde büyük etkisi olan değerli tez danışmanım Prof.Dr.Hayri SEVER'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

214 Sınıfı Denizaltı, 2023. *214 Sınıfı Denizaltı* https://tr.wikipedia.org/wiki/214_s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1_denizalt%C4%B1 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

ADA Sınıfı Korvet, 2023. *Ada Sınıfı Korvet.* https://tr.wikipedia.org/wiki/Ada_s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1_korvet (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

AKBORİ, F., 2004. *Autonomous-Agent Based Simulation of Anti- Submarine Warfare Operations with the Goal of Protecting a High Value Unit.* https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA422144 (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

AKSOY, S., 2022. *Su Altı Akustik Dalga Yayılımı & Sonar Sistemleri ,* Kocaeli: Gebze Teknik Üniversitesi.

ATA, Ö., 2015. *Gemi Pervanelerinde Kavitasyon Kaynaklı Gürültünün İncelenmesi,* İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

AYTAN , D., 2007. *İkinci Dünya Savaşı Atlantik Deniz Muharabelerinde Denizaltının Rolü.* https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/339542/yokAcikBilim_301148.pdf?sequence=-1&isAllowed=y (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

CENGİZ, M. A., 2023. *İST468 Makine Öğrenmesi.* https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/macengiz/133359/6.HAFTA.pdf (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

Devreyakan, 2021. *Performans Metrikleri*.https://devreyakan.com/performans-metrikleri/ (Erişim Tarihi: 30 Ekim 2023).

DOĞAN, Ö., 2019. *Pekiştirmeli Öğrenmeye Giriş.* https://medium.com/deep-learning-turkiye/peki%C5%9Ftirmeli-%C3%B6%C4%9Frenmeye-giri%C5%9F-c7c2a8cce50b (Erişim Tarihi 25 Ekim 2023).

FDI Belharra Sınıfı Fırkateyn, 2023. *FDI Belharra Sınıfı Fırkateyn.* https://tr.wikipedia.org/wiki/FDI_Belharra_s%C4%B1n%C4%B1f%C4%B1_f%C4%B1rkateyn (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

FORD, C., 2015. *Understanding QQ Plots.* https://library.virginia.edu/data/articles/understanding-q-q-plots (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

GOSWAMI, S., 2020. *Class Imbalance, SMOTE, Borderline SMOTE, ADASYN.* https://towardsdatascience.com/class-imbalance-smote-borderline-smote-adasyn-6e36c78d804 Erişim Tarihi : Ekim 2023).

HE, . H., BAI , Y., GARCİA, E. A. & LI , S., 2010. *ADASYN: Adaptive Synthetic Sampling Approach for Imbalanced Learning*.https://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/congreso/2008-He-ieee.pdf (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

KALIPÇI, E. ve diğerleri, 2021. Türkiye Kıyılarında Deniz Suyu Sıcaklık Değişiminin CBS ile Analizi ve Ekolojik Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afet ve Çevre Dergisi,* 7(2), pp. 278-288.

KASKATI, M. T., 2010. *Kuzey Ege'nin Oşinografik Parametrelerinin Mevsimsel ve Yıllar Bazında İncelenmesi,* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kovacs, G., 2019. *An Empirical Comparison And Evaluation Of Minority Oversampling Techniques On Alarge Number Of İmbalanced Datasets.* https://www.researchgate.net/publication/334732374_An_empirical_comparison_and_evaluation_of_minority_oversampling_techniques_on_a_large_number_of_imbalanced_datasets (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

KÖSEOĞLU, B., 2021. *Model Performansını Değerlendirmek: Regresyon.* https://medium.com/yaz%C4%B1l%C4%B1m-ve-bili%C5%9Fim-kul%C3%BCb%C3%BC/model-performans%C4%B1n%C4%B1-de%C4%9Ferlendirmek-regresyon-48b4afec8664 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

Lockheed P-3 Orion, 2023. *Lockheed P-3 Orion.* https://tr.wikipedia.org/wiki/Lockheed_P-3_Orion (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

MURATLAR , E. R., 2021. *Dengesiz Veri Setlerinde Modelleme.* https://www.veribilimiokulu.com/dengesiz-veri-setlerinde-modelleme/ (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

Operations Analysis Study Group , 1989. Naval Operations Analysis.

ORAN, M., 1994. *Kuzey Ege Denizi Su Kütleleri ve Dağılım Özellikleri,* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

ÖĞÜNDÜR, G., 2019. *Doğruluk (Accuracy) , Kesinlik(Precision) , Duyarlılık(Recall) ya da F1 Score?*. https://medium.com/@gulcanogundur/do%C4%9Fruluk-accuracy-kesinlik-precision-duyarl%C4%B1l%C4%B1k-recall-ya-da-f1-score-300c925feb3 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

ÖĞÜNDÜR, G., 2020. *ROC ve AUC.* https://medium.com/@gulcanogundur/roc-ve-auc-1fefcfc71a14 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

SIĞIRCI , M., 2020. *Denizaltı: Kim Ne Zaman İcat Etti?.* https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/denizaltinin-icadi (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

Sikorsky UH-60 , 2023. *Sikorsky UH-60 Black Hawk.* https://tr.wikipedia.org/wiki/Sikorsky_UH-60_Black_Hawk (Erişim Tarihi 24 Ekim 2023).

Sonar, 2023. *Sonar*.https://tr.wikipedia.org/wiki/Sonar (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

STEPHEN JR , F. F., 2016. *Software Architecture for Anti-Submarine Warfare Unmanned Surface Vehicles.* https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1029746 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

Su Üstünde, 2023. *Denizaltıların Tarihi.* https://www.suustunde.com/tr/content-details/denizaltilarin-tarihi.html?ContentID=251 (Erişim Tarihi : 24 Ekim 2023.

SÜNNETÇİ , İ., 2017. *AKYA Milli Ağır Torpidosu ile Hedefe İlk Atış Testi Başarıyla İcra Edildi.* https://www.defenceturkey.com/tr/icerik/akya-milli-agir-torpidosu-ile-hedefe-ilk-gudumlu-atis-testi-basariyla-icra-edildi-4377 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

U-Bot, 2023. *U-Bot.* https://tr.wikipedia.org/wiki/U-bot (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

ÜNLÜ , S., 2015. *Effectiveness of Unmanned Surface Vehicles in Anti-Submarine Warfare with the Goal of Protecting a High Value Unit.* https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1009453 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023].

Vikipedi, 2022. *Kolmogorov-Smirnov Sınaması.* https://tr.wikipedia.org/wiki/Kolmogorov-Smirnov_s%C4%B1namas%C4%B1 (Erişim Tarihi: 24 Ekim 2023).

WISAM, E., 2023. *Class Imbalance: ROSE and Random Walk Oversampling (RWO).* https://towardsdatascience.com/class-imbalance-from-random-oversampling-to-rose-517e06d7a9b (Erişim Tarihi : 24 Ekim 2023).

YALILI KILIÇ, M. & ADALI, S., 2020. Deniz Ulaşımından Kaynaklanan Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Bursa Güzelyalı Örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi,* 25(2), pp. 1015-1024.

ALÜMİNA NANO PARTİKÜLLÜ AKIŞKANIN KABARCIKLI HAVUZ KAYNAMASININ İNCELENMESİ

ONUR AĞMA
Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği
onuragma@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0816-1701

SEBİHA YILDIZ
Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği
syildiz@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9088-5126

Özet
Kabarcıklı kaynama, ısı transferi açısından çok hızlı soğutma gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Havuz kaynaması da nükleer reaktörler, elektronik soğutma gibi değişik alanlarda kullanılabilen bir yöntem olarak literatürde yer almaktadır. Bu çalışmada atmosferik basınç altında, parlatılmış bakır yüzey üzerinde alümina (Al_2O_3) nano partikülü içeren sulu nano akışkanının kabarcıklı kaynama bölgesindeki davranışları araştırılmıştır. Bununla beraber baz akışkanla farklı yüzey pürüzlülüğün de denemeler yaparak arasındaki karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Nano akışkanın kabarcıklı kaynama ısı transferine etkisi baz akışkanı olan suya göre ve ultrasonik homojenizatörle karıştırılmış olan nano akışkanla karşılaştırılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre ısı transferi katsayısındaki değişimler incelenmiştir. Bu incelemeden elde edilen sonuçta nano akışkanla ısı transfer katsayısında %18 azalma elde edilmesine karşın, sıcaklık-ısı akısı grafiğinden grafiği sağa doğru kaydırdığına dikkat çekilmiştir. Bunun yanında yüzey pürüzlülüğünün artışının ısı transferini %106 arttırdığı ve ultrasonik karıştırmanın da ısı transferini %9 arttırdığı ortaya konmuştur. Nano akışkanın ısıl iletkenliğinin değişimiyle ilgili olduğu gibi kaynama gerçekleştirilen yüzeyin değişimi ile de ilgili olduğu tartışılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Kabarcıklı havuz kaynaması, Nano akışkan, Alümina, Parlatılmış Bakır.

INVESTIGATION OF NUCLEATED POOL BOILING OF ALUMINA NANOFLUID

Abstract

Nucleate boiling is one of the commonly used methods in applications that require very rapid cooling in terms of heat transfer. Pool boiling is also included in the literature as a method that can be used in different areas, such as nuclear reactors and electronic cooling. In this study, the behavior of aqueous nanofluid containing alumina (Al_2O_3) nanoparticles on a polished copper surface under atmospheric pressure in the nucleate boiling part was investigated. In addition, comparisons were made in the base fluid and between different surface roughness. The effect of nanofluid on nucleate boiling heat transfer was carried out by comparing it with water, which is the base fluid, and with nanofluid mixed with an ultrasonic homogenizer. According to the study's results, changes in the heat transfer coefficient were examined. As a result of this investigation, it was noted that although an 18% decrease in the heat transfer coefficient was achieved with nanofluid, the temperature difference-heat flux graph shifted the graph to the right. In addition, it has been revealed that increasing surface roughness increases heat transfer by 106% and ultrasonic mixing increases heat transfer by 9%. It has been discussed that it is related to the change of the thermal conductivity of the nanofluid as well as the change of the surface on which the boiling takes place.

Keywords: Nucleate pool boiling, Nanofluid, Alumina, Polished Copper.

1. GİRİŞ

Tek fazlı akışkanlar ile gerçekleşen ısı transferine göre çok daha yüksek akılarda ısı transferi gerçekleşmesi nedeniyle bilinen mühendislik uygulamaları kaynama prosesini içermektedir. Kaynamalı soğutma prosesi termonükleer güç santralleri, bilgisayar veri merkezleri gibi bazı elektronik cihazların soğutulması, aviyoniklerin sıcaklık kontrolü vb. alanlarda uygulanmaktadır (Wang vd., 2024).

Kaynama prosesinde akışkan yığın hareketi yoksa buna havuz kaynaması adı verilmektedir. Kaynama, sıvının doyma sıcaklığından yeteri kadar yüksek bir sıcaklıkta tutulan bir yüzey ile temas etmesi sonucu, katı-sıvı ara yüzeyinde gerçekleşir (Kandlikar, 2019). İlk kabarcık oluşumu ile kaynama başlamış olur. Kaynama sürecinde yüzeyde kabarcık oluşumu, yüzeyden buhar kabarcıklarının ayrılması ve ayrılan buhar kabarcıklarının yerini akışkanın doldurması sıcak yüzey üzerinde akışkanın sirkülasyonunu sağlar. Bu durum kabarcıklı kaynama olarak adlandırılır. Kabarcıklı kaynama süreci kritik ısı akısına kadar devam eder. Kritik ısı akısı sistemin güvenliği ile ilgili bir kriter olduğundan, çoğu uygulamada bu limit durumuna yaklaşılması istenmez. Bu çalışmada da kabarcıklı kaynama kısmına odaklanarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

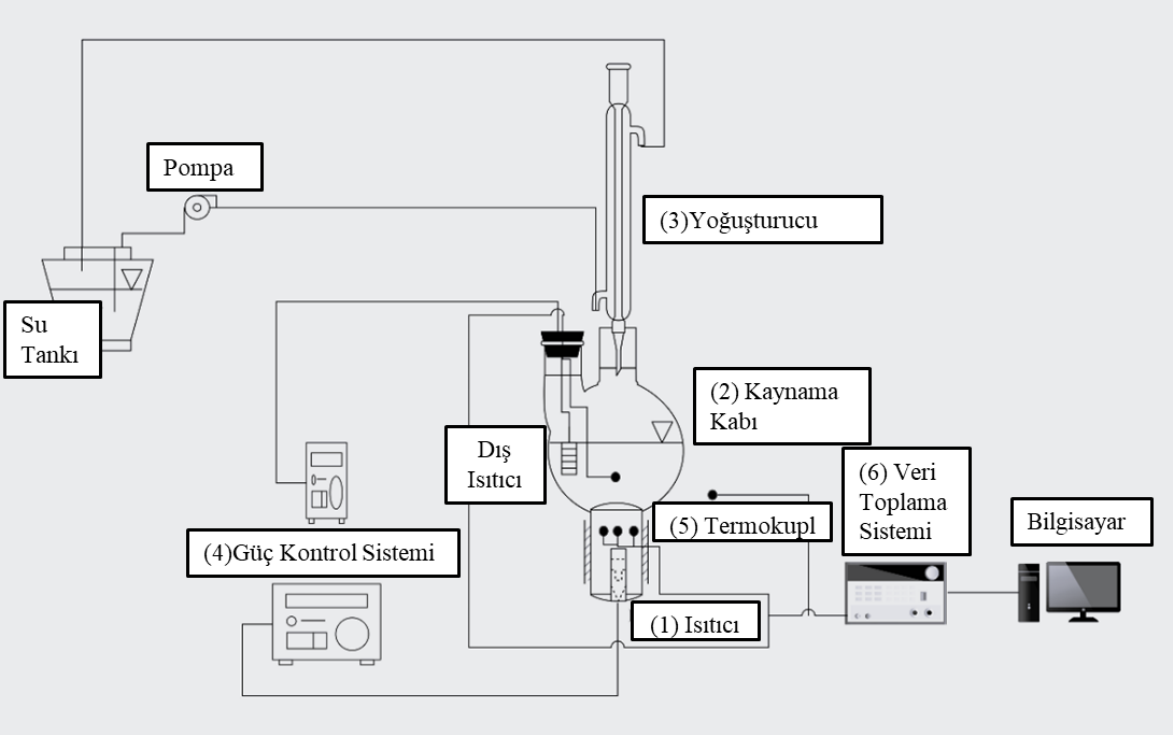
Havuz kaynamasında yüzey-akışkan çifti ısı transferini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Yüzey pürüzlülüğü değeri değiştirilerek ısı transferinde değişiklik yapılabildiği literatürde yer almaktadır (Acharya & Pise, 2017; Jones vd., 2009; Rostamian & Etesami, 2018). Bununla beraber bir diğer önemli parametre de kullanılan sıvının özelliklerinin değiştirilmesi olarak literatürde geçmektedir; nano akışkan kullanımı da bu duruma örnek olarak verilebilir (Pereira vd., 2022; Sharma & Unune, 2023).

Bu çalışmada kabarcıklı kaynama kısmında farklı yüzey pürüzlülüğüne sahip bakır ve su akışkanı arasında deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiş ve bu çalışmanın ardından Alümina nano partikülü içeren nano akışkan hazırlanarak sistemde denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerle ısı transferinin artışını ve nano akışkanın kaynama üzerindeki etkisinin araştırılması hedeflenmiştir.

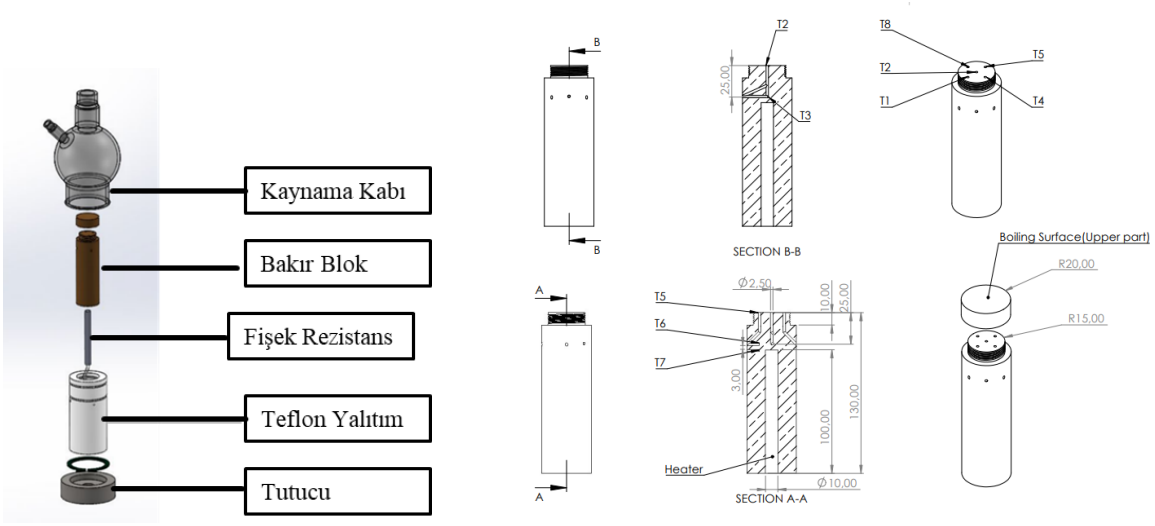
2. MATERYAL VE METOD

Deney düzeneği yedi ana bileşenden oluşmaktadır: (1) ısıtma yüzeyi olarak kullanılan bakır blok, (2) sıvının içinde tutulduğu kaynama kabı, (3) buharlaşan sıvının sisteme geri dönmesini sağlayan yoğuşturma sistemi, (4) ısıtıcının kontrol edilebildiği güç kontrol sistemi, (5) sıcaklık değerlerinin ölçülmesi için termokupllar, (6) veri toplama sistemi ve (7) izolasyon. Havuz kaynaması deney düzeneğinin şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 2'den görüldüğü gibi, bakır blok 40 mm çapında olup 1 adet fişek ısıtıcı (500 W) ile ısıtılmaktadır. Saf bakır blok verilen ısının yüzeye transferini sağlamak için kullanılır ve ısının çalışma sıvısına aktarıldığı bir kaynama yüzeyi görevi görür. Deney düzeneğinin bu bölümünde bakır bloğun üst tarafı değiştirilebilir olarak tasarlanmış ve cıvata-somun bağlantılı tipte üretilmiştir. Bu bağlantı ve ısıtıcı konumu Şekil 2'de detaylı olarak gösterilmiştir. Bunun yanında aynı şeklin içinde termokupl yerleşimleri (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) olarak verilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneğinin şeması



Şekil 2. Isıtma yüzeyi, kaynama kabı ve ısıtıcıyı içeren bölümün ayrıştırılmış görüntüsü ve bakır blok, kaynama yüzeyi (kapak), termokupl bağlantı kanalları ve yerleri

Borosilikat camdan 1000 mL 2 boyunlu balon şişe kaynama kabı, bakır bloğa yerleştirilebilmesi için alt tarafı açık olarak üretilmiştir. Kaynama kabının üst tarafında iki adet boyun bulunmaktadır. Bunlardan birine 40 cm uzunluğunda borosilikat camdan yapılmış dimroth kondenser yerleştirilmektedir. Diğer boyundan ise hem suyun sıcaklığını ölçmek için termokupl hem de suyu dışarıdan ısıtmak için kullanılan yardımcı fişek ısıtıcı (30W) suya daldırılmıştır. Kondenserin içindeki su sirkülasyonu, ortam sıcaklığında bulunan su tankından, pompa yardımıyla sağlanmaktadır.

Bakır blok içindeki fişek ısıtıcısına bir DC güç kaynağı tarafından güç sağlanır. Ayrıca deney tesisatında 1 adet veri toplama sistemi, K-tipi termokupllar, PT100 ve bilgisayar mevcuttur. Termokupllar ve fişek ısıtıcı, bakır blok içine yerleştirilirken tüm boşlukları doldurmak için termal macun kullanılmıştır. Bakır blok 12.5 mm kalınlığında teflon malzeme ile izole edilmiştir. Teflonun dışına cam yünü ile ilave izolasyon yapılmıştır. Bakır blok tamamen teflon ile kaplanmış ve gaz beton blok üzerine oturtulmuştur. Kaynama kabı cam yünü ile çevreye karşı yalıtılmıştır. Kaynamayı gözlemlemek için küçük bir gözlem alanı bırakılmıştır.

2.1. Isıtıcı Yüzey

İlk yüzey (Y1) Metkon Forcimat makinesi ile ilk olarak 150 devirde 1000 gritlik zımpara (Hermes WS Flex) ile torna izlerinden arındırılmıştır. Daha sonra 1200 gritlik zımpara (Hermes WS Flex) ile 150 devirde yüzey parlatılmıştır. İkinci yüzey (Y2) Metkon Forcimat makinesi ile ilk olarak 150 devirde 600 gritlik zımpara ile başlanmış ve sonra daha pürüzlü bir yüzey oluşturmak için 180 gritlik zımpara ile 150 devirde işlem görmüştür. Yüzey pürüzlülük değerleri Mahr Marsurf PS1 adlı cihaz ile ölçülmüştür. Ortalama yüzey pürüzlülük değeri Ra (µm) olarak ölçülmüş ve Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey Özellikleri				
Malzeme	**Termal İletkenlik**	**Pürüzlülük (Y1) R_a (µm)**	**Pürüzlülük (Y2) R_a (µm)**	**Çap (mm)**
Bakır	400 W/mK	0.122	0.283	40
		0.100	0.404	
		0.091	0.458	
		0.107	0.275	
		0.109	0.312	

		0.091	0.368	

Ortalama yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri Y1 için 0.103 µm, Y2 için 0.350 µm olarak elde edilmiştir.

2.2. Kullanılan Akışkanlar

Yüzey pürüzlülük çalışmasında akışkan olarak ultra saf su (15 MΩ.cm) kullanılmıştır. Nano akışkan üretimi içinde aynı su baz akışkan olarak kullanılmıştır. İki aşamalı nano akışkan üretim yöntemi seçilmiştir. Ultra saf suya ağırlıkça %0.01 oranında 78 nm, hidrofilik özellikte Alümina Oksit (Al_2O_3) (Nanografi) katılarak 500 rpm devirde 4 saat mekanik karıştırılmıştır. Bir de bu aynı ağırlık oranındaki süspansiyona ekstra olarak ultrasonik homojenizatörle (Hielscher UP200St, 26 khZ) 120 Wh toplam güç olacak şekilde 2 saat boyunca ultrasonik karışım etkisi sağlanmıştır.

2.3. Test Prosedürü

Deneylere başlamadan önce kaynama kabındaki su seviyesi kontrol edilmiştir. Bakır blok içindeki ana ısıtıcı çalıştırılmadan önce suya daldırılmış yardımcı ısıtıcı 12 W güç ile çalıştırılır ve suya ön ısıtma işlemi yapılır. Sonra bakır blok içindeki fişek ısıtıcı 20 W güç ile çalıştırılır. Buharlaşma başladığında kondenser içinde dolaşan soğuk su sirkülasyon pompası çalıştırılır ve ayarlanan ısıtıcı güçte saf su doyma sıcaklığına ulaşıncaya kadar beklenir. Daha sonra ısıtıcı gücü artırılarak kaynamanın başladığı ilk durumda yüzeyde ölçülen sıcaklık değerlerinin değişmeden kaldığı duruma kadar beklenir. Deney tesisatının çalıştırılmasından itibaren yaklaşık 4 saat sonra ilk veriler kaydedilmeye başlanmıştır. Daha sonra küçük adımlar ile ısıtıcı güçleri artırılmıştır.

Ölçme belirsizliği 100 °C'de ±0.05 olan PT100 (Fluke 5626)'le bütün termokupllar beraber kalibrasyon fırınına yerleştirilerek 50-150 °C'de kalibrasyonu yapılmıştır.

3. SONUÇ

Şekil 2'de (kesit B-B)'de gösterilen 2 ve 3 noktalarındaki sıcaklık farkı ve düşey mesafe farkı (25 mm) dikkate alınarak ısı akısı hesabı denklem (1)'e göre yapılmıştır. Burada bakır blok için ısı iletim katsayısı 400 W/mK olarak alınmıştır.

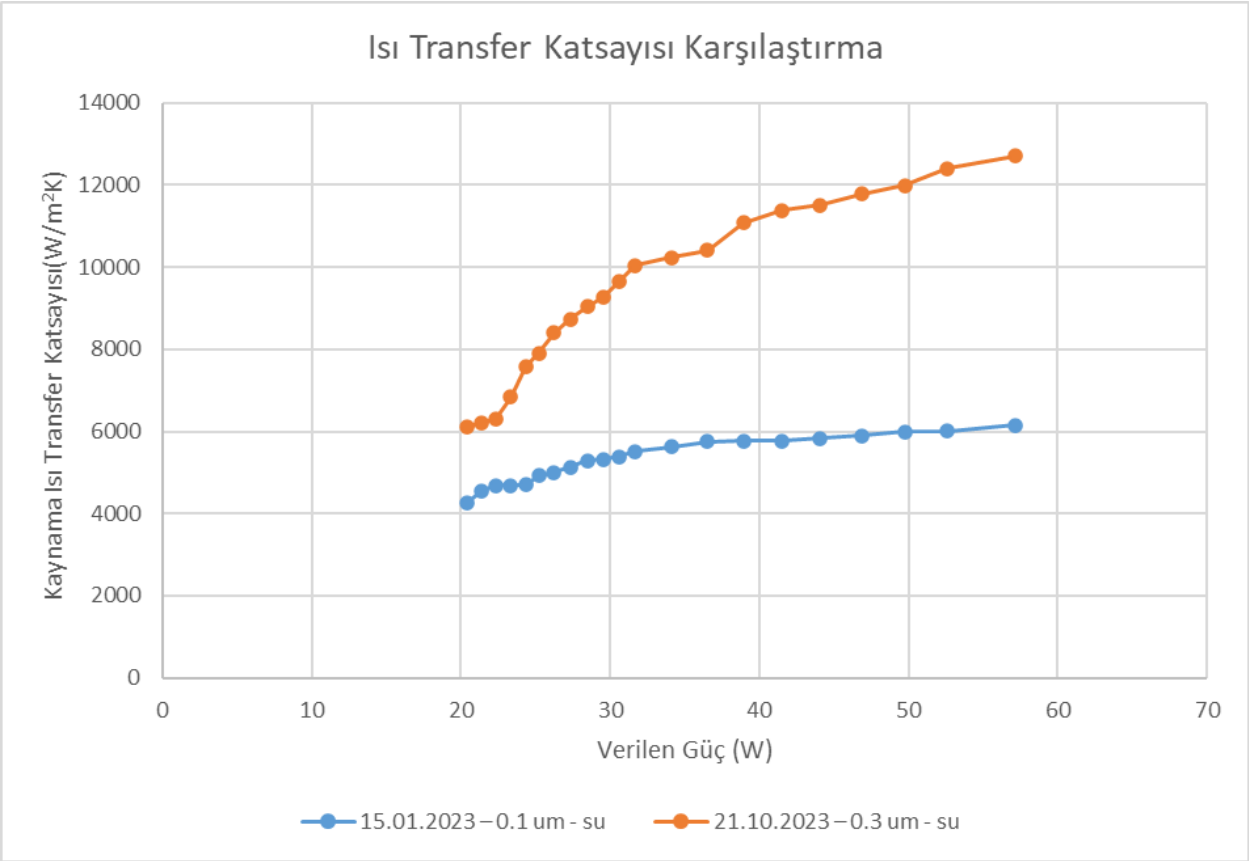
$$\dot{q} = k\ (T_3 - T_2)/L_{2-3} \tag{1}$$

Bakır blok düşey merkez ekseninde T2 noktasından kaynamanın gerçekleştiği yüzeye kadar (L_{2-s}=5 mm) sabit ısı akısı varsayımı ile kaynama yüzeyi merkezindeki sıcaklık denklem (2) ile elde edilmiştir.

$$T_s = T_2 - ((T_3 - T_2)L_{2-s}/L_{2-3}) \tag{2}$$

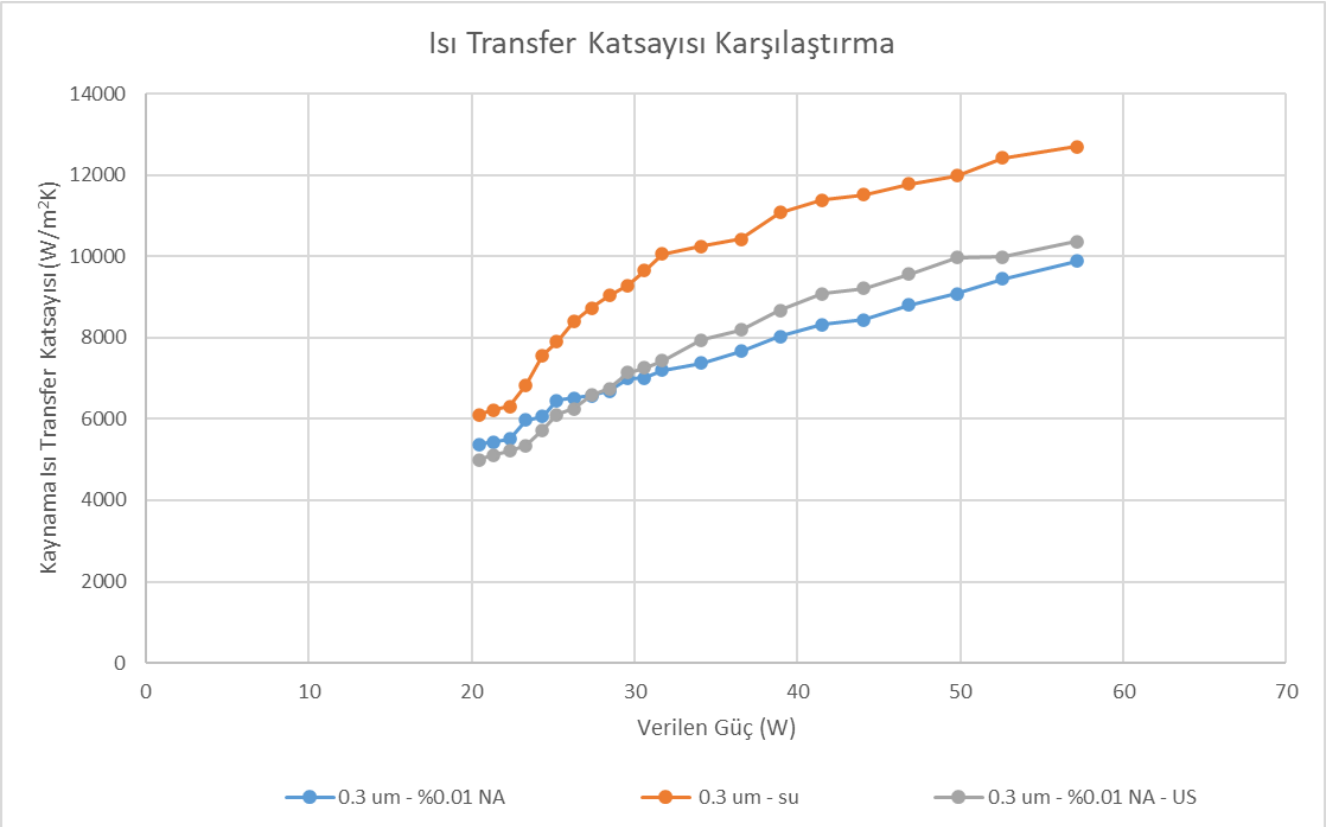
Sistemden elde edilen ısı akısı ve sıcaklık farkı değerlerinden kaynama ısı transfer katsayısı elde edilmiştir.

Şekil 3'te ısı transfer katsayısının sisteme verilen güç oranına göre grafiği ve yüzey pürüzlülüğü değerlerine göre karşılaştırmaları 0,103 µm ve 0,350 µm olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. Farklı yüzey pürüzlülüğü değerleriyle ultra saf su akışkanıyla yapılan çalışmanın ısı transfer katsayısı – güç grafiği.

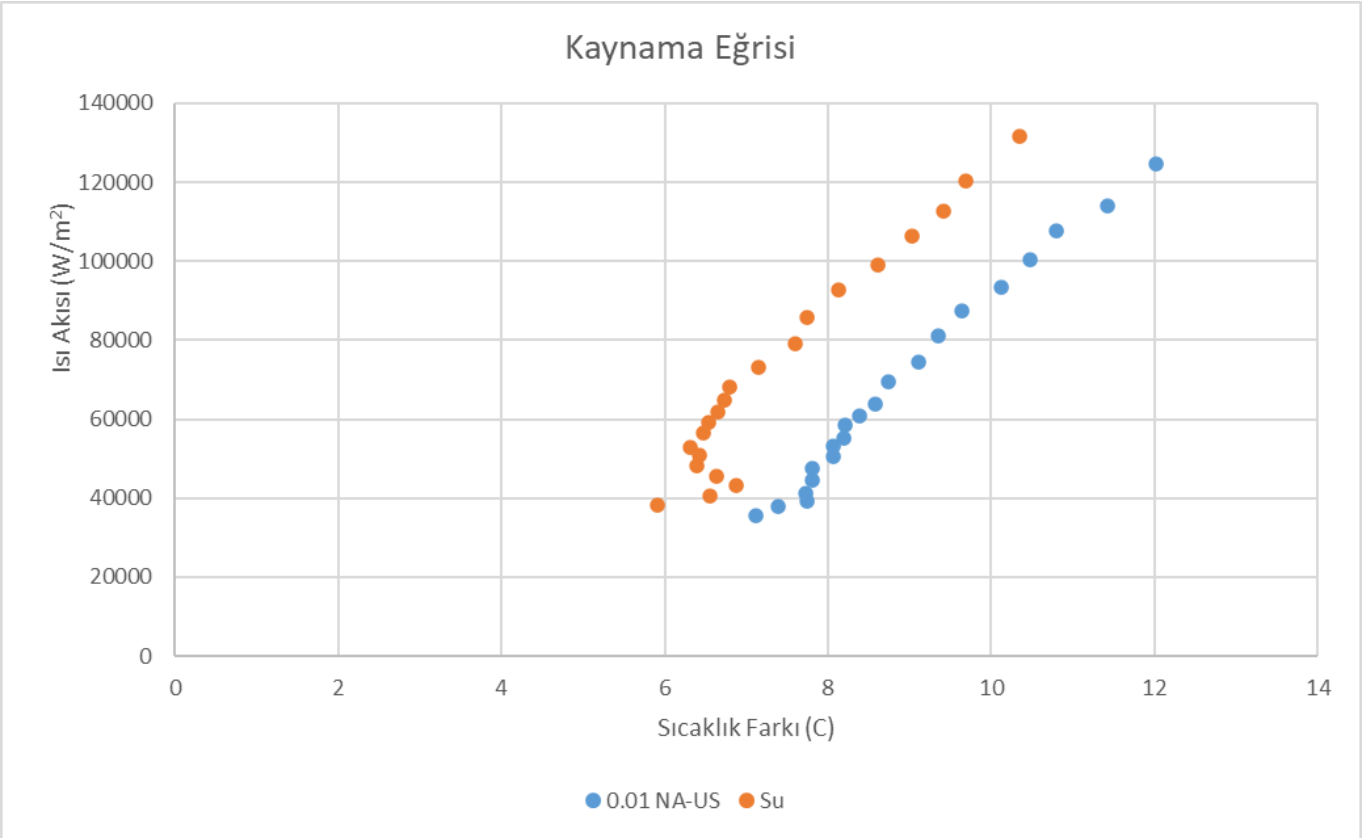
Şekil 3'teki grafiğe göre farklı yüzey pürüzlülüğü değerlerine sahip bakır ısıtıcıların karşılaştırması yapılmıştır. Çıkan sonuçlar, literatürle de (Jones vd., 2009; Wang vd., 2024) uyumlu gözükmektedir, yüzey pürüzlülük değerinin daha yüksek olduğu ısıtıcı yüzeylerde ısı transferinin iyileştiği raporlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğünün artışının ısı transfer katsayısını yaklaşık %106 değerinde arttırdığı ortaya çıkmaktadır. Deney sırasında gözle takip edildiğinde de yüzeyde daha fazla kabarcık teşekkülü olduğu da ayrıca not edilebilir. Şekil 4'te de nano akışkanla yapılan denemeler yer almaktadır.



Şekil 4. 0.350 µm'lik yüzeyde denenen ağırlıkça %0.01 Al_2O_3-su içeren nano akışkanın (NA) sadece mekanik karıştırılarak ve ultrasonik karıştırıcı (US) ile karıştırılarak yapılmasıyla elde edilen çalışmanın ısı transfer katsayısı – güç grafiği.

Şekil 4'te ağırlıkça %0.01 Al_2O_3 içeren nano akışkanla yapılan deneyden elde edilen grafik yer almaktadır. Isı transfer katsayısı karşılaştırmasında ultra saf suya göre yaklaşık %18 azalma ile meydana gelen sadece mekanik karıştırılarak elde edilen nano akışkanla yapılan denemelerin sonucudur. Bu deneme de gözle gözlemlenilen, nano partiküllerin ısıtıcı yüzeyinde birikmesi ve gözlemlenen kabarcıkların suya kıyasla daha küçük olduğu söylenebilir. Yine aynı grafiğin içinde bulunan mekanik karıştırmaya ek olarak bir de ultrasonik karıştırıcıya tabi tutulmasıyla oluşturulan süspansiyonda oluşan kaynama ısı transfer katsayısının mekanik karıştırmaya kıyasla daha iyi olduğu ama yine de suya göre yaklaşık %8 daha düşük olduğu gösterilmektedir. Burada da önceki gibi partiküllerin çökmesi ve ısıtıcıya yapışması ayrıca kabarcık çaplarının daha ufak olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 5'te su ve ultrasonik karıştırıcı yardımıyla karıştırılan nano akışkanın ısı akısı- sıcaklık farkı grafiği bulunmaktadır.



Şekil 5. %0.01'lik Nano Akışkan ile Su ısı akısı-sıcaklık farkı grafiği.

Şekil 5'ten de anlaşılacağı üzere nano akışkanla yapılan deneyde sıcaklık farklarının daha yüksek olduğu ısı transfer katsayısının suya göre daha düşük olduğu açıkça gözükmektedir, ayrıca nano akışkanın suya göre bu grafiği sağa doğru kaydırdığı gözlemlenmektedir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, atmosferik basınçta farklı yüzey pürüzlülüğü değerlerine sahip bakır- su akışkan çifti için kabarcıklı havuz kaynamasında kabarcıkların birbirlerinden bağımsız ayrık kabarcık oluşumu bölgesindeki ısı transferi deneysel olarak araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonucuna göre de Al_2O_3 içeren nano akışkanla sistem denemelere tabi tutulmuştur.

- Farklı yüzey pürüzlülüğü değerlerinden daha yüksek pürüzlülük değerine sahip olan yüzeyin (0.350 µm) daha parlak olan yüzeye göre (0.150 µm) yaklaşık %106 değerinde daha yüksek ısı transfer katsayısına sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

- Nano akışkanla yapılan deneylerde ultrasonik karıştırıcı etkisinin mekanik karıştırılmışa göre daha etkin olduğu ortaya konmuş ama yine de partiküllerin yüzeye yapışması engellenemediği için suya göre yaklaşık %8 daha düşük ısı transfer katsayısına sahip olduğu ortaya konmuştur. Tabi bu durum nano partiküllerin yüzeye yapışmasıyla yüzey pürüzlülüğünü de azalttığı için yorumu da yapılabilir.

- Nano akışkanla yapılan deney sonucunda elde edilen sıcaklık farkı ısı akısı grafiğine göre, nano akışkanın grafiği sağa kaydırdığı bu da aslında kritik ısı akısını daha ileri derecelere taşıyabileceğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Nano akışkan üretimi için Altınbaş Üniversitesi Kimya Laboratuvarı kullanılmıştır. Ultrasonik homojenizatör kullanımı için İstanbul Teknik Üniversitesi TEMAG Laboratuvarı kullanılmıştır. Ayrıca ısıtıcı yüzey işlemi ve pürüzlülük değeri ölçümünde destek olan YTÜ İleri Teknoloji Malzemeleri Araştırma Grubuna Doç. Dr. Onur Küçükyıldırım ve Arş. Gör. Metehan Demirkol'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Acharya, A., & Pise, A. (2017). A review on augmentation of heat transfer in boiling using surfactants/additives. *Heat and Mass Transfer*, *53*(4), 1457-1477. https://doi.org/10.1007/s00231-016-1905-3.

Jones, B. J., McHale, J. P., & Garimella, S. V. (2009). The Influence of Surface Roughness on Nucleate Pool Boiling Heat Transfer. *Journal of Heat Transfer*, *131*(12), 121009. https://doi.org/10.1115/1.3220144.

Kandlikar, S. G. (2019). *Handbook of Phase Change: Boiling and Condensation* (S. G. Kandlikar, M. Shoji, & V. K. Dhir, Ed.; 1. bs). Routledge. https://doi.org/10.1201/9780203752654

Pereira, J., Moita, A., & Moreira, A. (2022). The Pool-Boiling-Induced Deposition of Nanoparticles as the Transient Game Changer—A Review. *Nanomaterials*, *12*(23), 4270. https://doi.org/10.3390/nano12234270.

Rostamian, F., & Etesami, N. (2018). Pool boiling characteristics of silica/water nanofluid and variation of heater surface roughness in domain of time. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, *95*, 98-105. https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2018.04.003

Sharma, P. O., & Unune, D. R. (2023). Amelioration of pool boiling performance using hybrid nanofluids over EDMed surfaces. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *148*(6), 2657-2676. https://doi.org/10.1007/s10973-022-11922-3.

Wang, X., Tang, Y., Liu, L., Zhang, P., Zhang, Y., Zhao, J., & Ji, C. (2024). Influence of smooth heater size on critical heat flux and heat transfer coefficient of saturated pool boiling heat transfer. *Experimental Thermal and Fluid Science*, *151*, 111068. https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2023.111068.

KOZMETİK SEKTÖRÜNDE KULLANILAN MANNİTOL KAPRİLAT/KAPRAT ESTERLERİNİN SENTEZİ VE YAPISAL KARAKTERİZASYONU

DENİZ ZENGİN

Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
3-S Mühendislik Müşavirlik San. Ve Tic. A.Ş.
denizzenginn_@hotmail.com, ORCID: 0009-0002-7250-7559

Prof. Dr. HALİL İBRAHİM UĞRAŞ
Gedik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
halilugras@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1633-967X

Özet

Kozmetik sektörü, sürekli olarak gelişerek ürün çeşitliliğini artıran bir sektör olmaktadır. Sadece makyaj ürünlerinde değil, aynı zamanda günlük kişisel bakım ürünlerine kadar geniş bir yelpazede ürün sunmaktadır. Bu çeşitlilik, tüketicilerin daha seçici olmalarına yol açmakta ve doğal, sağlıklı ürünleri tercih etmelerini teşvik etmektedir. Bu nedenle, kozmetik sektöründeki doğal ve biyobozunur ürünlerin geliştirilmesi hem tüketicilerin hem de çevrenin sağlığını korumaya yönelik büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle esterler, kozmetik sektöründe önemli bir rol oynamaktadır. Esterlerin özellikle biyobazlı ve biyobozunur olması kozmetik sektöründe kullanımın en büyük avantajlarından biridir. Esterler, nemlendiricilerden koku gidericilere kadar birçok farklı ürünler için kullanılmaktadır. Bu çalışmada da kozmetik sektörüne biyoyararlanırlığı yüksek bir ürün kazandırılması amaçlanmıştır. Biyobozunur bir şeker alkolü olan mannitol ve bitkisel kaynaklı elde edilen bir yağ asidi olan kaprilik kaprik asitin esterleşme reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Bu reaksiyonlar için çeşitli katalizörler kullanılmış ve katalizörlerin reaksiyona etkileri incelenmiştir. Optimum reaksiyon sıcaklığı tüm esterleşme reaksiyonlarında 180°C olarak belirlenmiştir. Elde edilen nihai ürünler, asit numarası, viskozitesi, renk, sabunlaşma sayıları, reaksiyon verimi ve reaksiyon süresi gibi parametreler ile değerlendirilmiştir. Ayrıca oluşan ürünler FTIR gibi spektroskopik yöntemlerle karakterize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Esterler, kozmetik, mannitol, kaprilik kaprik asit, katalizör

SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF MANNITOL CAPRYLATE/CAPRATE ESTERS USED IN THE COSMETICS INDUSTRY

Abstract

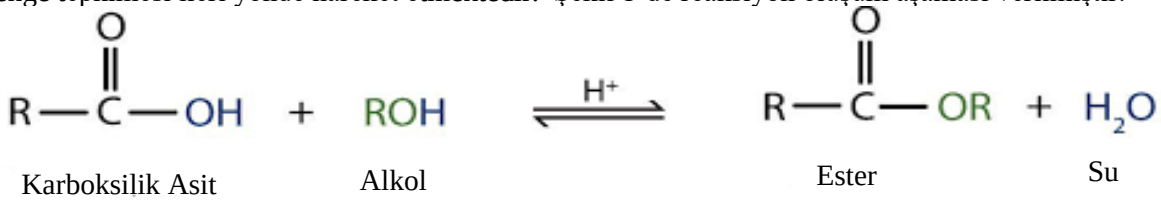
The cosmetic industry is a sector that continuously expands its product diversity. It encompasses a wide range of products, not limited to just makeup but also including daily personal care items. This diversity has led consumers to become more discerning, encouraging them to prefer natural and healthy products. Therefore, the development of natural and biodegradable products in the cosmetic industry is of great importance for both consumers' health and environmental protection. Esters play a significant role in the cosmetic industry, with their biobased and biodegradable properties being one of their main advantages. Ester compounds can serve various purposes in cosmetic products, from moisturizers to odor eliminators. This study aims to develop high bioavailability products for the cosmetic sector. Esterification reactions were conducted using mannitol, a biodegradable sugar alcohol, and caprylic capric acid obtained from plant sources as a fatty acid. The optimum reaction temperature for all esterification reactions was determined to be 180°C. The resulting products were evaluated based on parameters such as acid number, viscosity, color, saponification numbers, reaction yield, and reaction time. Additionally, the products were characterized using spectroscopic methods such as FTIR.

Keywords: Esters, cosmetics, mannitol, caprylic capric acid, catalyst.

1.GİRİŞ

Günümüzde canlı yaşamını tehlikeye atan ve çevresel sorunları artıran birçok kimyasal ve kimyasal türevlerine alternatif ürünler üretilmeye çalışılmaktadır. Bu sebeple birçok alanda doğal hammaddelerden nihai ürünler elde etme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Son zamanlarda kozmetik sektörü yenilenen ve gelişen teknolojilerle Dünyada hızla büyüyen sektörlerin başında gelmektedir. Doğrudan insan ve insan sağlığı hedeflendiğinden kozmetik sektöründe ürün içeriklerinin doğal hammaddelerden üretilmiş olması çok daha fazla önemli hale gelmektedir. Esterler de kullanım alanı olarak kozmetik sektörüne oldukça geniş bir yelpaze sunmaktadır. Esterlerin özellikle ciltte yağlı bir kalıntı bırakmıyor olması ve biyobazlı olmaları en büyük avantajlarındandır. Kozmetikte esterler çok yönlü olarak kullanılmaktadır. Kısa zincirli esterler ananas, çilek, elma gibi aroma veren ayırt edici aromalara sahiptirler ve uçucu moleküllerdir. Bu yüzden daha çok kokularda kullanılmaktadır. Uzun zincirli, 30 karbondan fazla esterler ise kozmetikte kalınlaştırıcı, stabilize edici olarak kullanılmaktadır. Orta zincirli olarak esterler ise yumuşatıcı olarak kişisel bakım sektöründe kullanılmaktadır (Borges ve Diaz, 2012).

Esterlerin fonksiyonel grupları, karmaşık organik yapıların bir araya getirilmesi için çok yönlü bir yol sağlamaktadır (Khan ve ark.,2021). Esterler günlük yaşamdan kimya endüstrisine kadar birçok alanda oldukça önemli bir rol oynamaktadır (Zeng ve ark.,2012). Ester ürünleri biyodizel, boyalar, cilalar, ilaçlar, plastikler, kaplamalar, pestisitler, gıda ürünlerinde aroma bileşenleri ve koruyucular, tekstil, sabun, kozmetik, parfüm, kişisel bakim ürünleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Sirsam ve ark.,2016). Esterler bir karboksilik asit ve bir yağ asidinin uygun koşullarda su açığa çıkararak reaksiyona girmesiyle oluşan ürünlerdir. En çok karşımıza çıkan Fisher esterleştirme reaksiyonu, bir karboksilik asit ve ona karşılık gelen miktarda eklenen alkol, uygun katalizör kullanımı ve bu karışımın ısıtılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Khan ve ark.,2021). Reaksiyon kinetik ve termodinamik kuralları çerçevesinde belirli bir süre sonra dengeye ulaşmaktadır. Ortamdan suyun uzaklaştırılmasıyla denge tepkimesi ileri yönde hareket etmektedir. Şekil 1'de reaksiyon oluşum aşaması verilmiştir.



Şekil 1. Esterleşme Reaksiyonların Oluşum Aşaması

Bir karboksilik asit, bir alkol ile esterleşme reaksiyonuna katalizör olmadan başlanırsa, bu reaksiyon oldukça yavaş ilerlemektedir (Atalay ve Sert,2017). Karboksilik asidin reaksiyonu, denge sabiti tarafından sınırlıdır, bu nedenle tam dönüşüm elde etmek mümkün değildir. Bu durumda, uygun bir katalizörün kullanımı daha da önem kazanmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda reaksiyon hızını artırmak için katalitik aktivite, kararlılık ve tekrar kullanılabilirlik önemli faktörler arasında yer almaktadır. Esterleşme reaksiyonları genellikle asidik veya bazik tabanlı katalizatörlerle katalize edilmektedir. En yaygın asidik katalizatörler arasında p-toluensülfonik asit, fosforik asit, sülfürik asit, bazik katalizörler arasında ise sodyum hidroksit, sodyum etoksit ve sodyum metoksit bulunmaktadır. Bazik homojen katalizatör kullanımı, reaksiyon da yüksek miktarda sabun oluşumuna neden olabilmektedir (Arbain ve Salimon, 2011).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Hammaddeler ve Kullanılan Cihazlar

Esterleşme reaksiyonlarında kullanılan hammaddelerden Mannitol Shandong Tıanlı Pharmaceutical Co. Ltd. firmasından ve Kaprilik/kaprik asit Musim Mas firmasından tedarik edilmiştir. Kullanılan fosforik asit, metansülfonoik asit, p-toluen sülfonoik asit ise Ataman Kimya'dan temin edilmiştir.

Esterleşme reaksiyonları sonrası oluşan ürünlerin viskozitesi için Biolab Viscol-10A cihazı, FTIR spektrumları için PerkinElmer Spectrum Two 4000-400 cm^{-1} ATR cihazı kullanılmıştır.

2.2. Reaksiyon Sentezinin Kurulumu

Mannitol kaprilat/kaprat ester sentezinin kurulumunda üç farklı katalizör çeşidiyle 180 ºC'de farklı mol oranlarında sentezler gerçekleştirilmiştir. Sentezlerde kullanılan katalizörler, miktarları ve diğer deney parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mannitol kaprilat/kaprat esterlerinin reaksiyon koşulları

REAKSİYON KOŞULLARI	
HAMMADDELER	MANNİTOL
	KAPRİLİK/KAPRİK ASİT
KATALİZÖR	FOSFORİK ASİT
	METANSÜLFONOİK ASİT (MSA)
	P-TOLUEN SÜLFONOİK ASİT (PTSA)
KATALİZÖR MİKTARI	%0,05 w/wt
REAKSİYON SICAKLIĞI	180 ºC
MOL ORANLARI	1:2 (M/K.K.A.)
	1:3 (M/K.K.A.)

Esterleşme reaksiyonunun şematik gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Reaksiyon takibi sentez sırasında alınan numunelerin belirli periyotlarda asit numarasına bakılarak sağlanmaktadır. İstenilen asit numarası değer aralıklarına gelindiğinde reaksiyon sonlandırılmaktadır.

Şekil 2. Esterleşme Reaksiyonlarının Deney Düzeneği

2.3. Sentezlenen Ürünlere Yapılan Testler

2.3.1. Asit Numarası Tayini

Sentezlenen üründen 10 g numune (m) tartımı yapıldıktan sonra bir miktar asit çözeltisi (1:1 (v/v) oranında ksilen/ izopropil alkol) numunenin üzerine ilave edilip 3 damla fenolftalein indikatörü damlatılmakta ve renk değişimi olana kadar 0,5 N KOH ile titre edilmektedir. Titrasyonda harcanan KOH'in sarfiyatı kaydedilerek aşağıdaki Eşitlik 1'e göre asit numarası hesaplanmaktadır.

$$\text{A. N.} = \frac{\text{V(ml)} \times \text{MA}\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times 0{,}5}{\text{m(g)}} \qquad (1)$$

A.N.: Asit Numarası ($\frac{\text{mgKOH}}{\text{g}}$)

V(ml): Numunenin titrasyonunda harcanan 0,5 N KOH çözeltisi

MA: Titrasyonda kullanılan KOH'un molekül ağırlığı = 56,11 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

m: Alınan numune miktarı (g)

2.3.2. Sabunlaşma Sayısı Tayini

Sentezlenen nihai üründen hassas terazide cam erlene 2 g numune tartılır. Tartılan numunenin üzerine 25 ml KOH ilave edilir ve kaynama taşı konularak geri soğutucu altında 200 ºC'de 3 saat süren bir reaksiyon başlatılmaktadır. Aynı şekilde başka bir cam erlene 25 ml KOH ilave edilip kaynama taşı konularak geri soğutucu altında yaklaşık 200 º C'de 3 saat süren bir reaksiyon başlatılmaktadır (Kör numune). Süre sonunda her iki numuneye 25 ml izopropil alkol ilave edilerek yarım saat soğumaya bırakılmaktadır. Numuneler soğuduktan sonra üzerine 3 damla fenolftalein damlatılır ve oluşan mor renk kaybolana kadar 0,5 N HCl ile titre edilmektedir.

Kör numune için harcanan HCl sarfiyatı (V_2), sentezlenen ürün için harcanan HCl sarfiyatı (V_1) üzerinden Eşitlik 2'ye göre işlemler yapılarak sabunlaşma sayısı hesaplanmaktadır.

$$\text{S. S.} = \frac{(\text{V}_2 - \text{V}_1)\text{(ml)} \times \text{MA}\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times 0{,}5}{\text{m(g)}} \qquad (2)$$

S.S.: Sabunlaşma Sayısı ($\frac{\text{mgKOH}}{\text{g}}$)

V_2 (ml): Kör numune için titrasyonda harcanan HCI miktarı

V_1 (ml): Numunenin titrasyonunda harcanan HCI çözeltisi

MA: Titrasyonda kullanılan KOH'in molekül ağırlığı = 56,11 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

m: Alınan numune miktarı (g)

2.3.3. Viskozite ve Viskozite İndeksi Testleri

Sıvıların viskozitesi, akışlarına karşı gösterdikleri direnci temsil etmektedir ve bu direnç sıcaklık tarafından önemli ölçüde etkilenmektedir. Sıcaklık arttıkça, viskozite azalır; yani sıvı daha akıcı hale

gelmektedir. Kinematik viskozitenin sıcaklığa bağlılığı, viskozite indeksi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmektedir. Viskozite indeksinin hesaplanması, iki farklı yağ tipinin başlangıç viskozitesine ve sıcaklık arttıkça viskozitedeki belirgin değişimlere dayanmaktadır. Yüksek sıcaklık bağımlılığı gösteren estere, viskozite indeksi 0 atanırken, daha düşük bir değişiklik gösteren estere viskozite indeksi 100 değeri atanmaktadır. DIN 2909'a göre viskozite indeksi, bir esterin viskozitesindeki değişimi iki referans esterle karşılaştırarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmadaki iki farklı sıcaklık 40° C ve 100 °C olarak alınmıştır.

2.3.4. Renk (Gardner)

Gardner renk ölçümü, bir maddenin veya sıvının renk özelliklerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Özellikle sıvı ürünlerin renk kalitesini kontrol etmek amacıyla endüstriyel uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Genellikle 1 ila 18 arasında değişen Gardner renk skalası, örneğin rengini belirlemek için standart renk kartları veya özel cihazlar kullanarak yapılan görsel bir değerlendirmeyi temsil etmektedir. Bu çalışmadaki esterlere Gardner cinsinden renk tayini yapılmıştır.

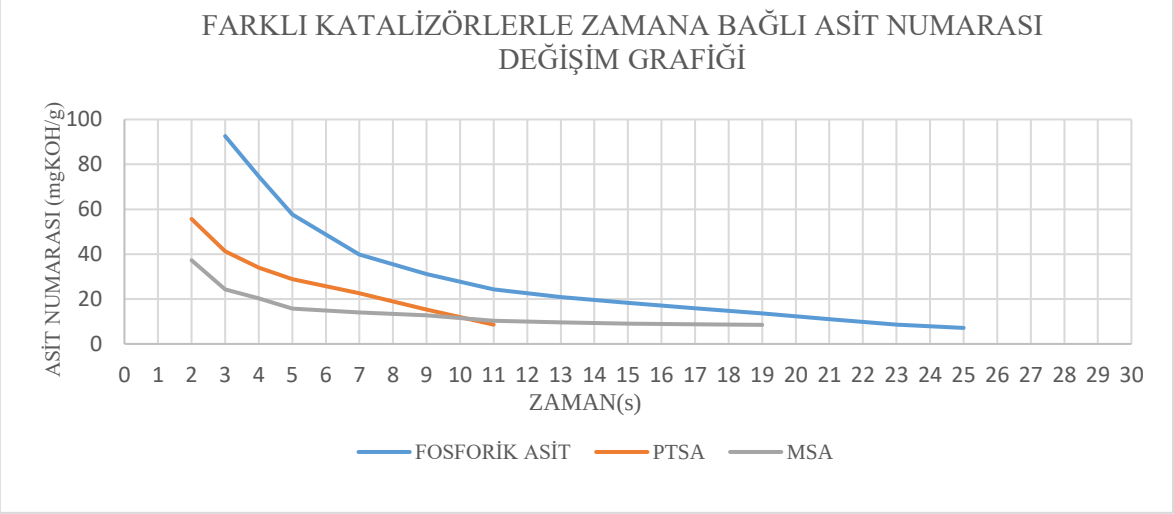
3. SONUÇ

3.1. Mannitol Kaprilat/Kaprat Esterleri Asit Numaraları Sonuçlarının Karşılaştırması

Mannitol ve kaprilik kaprik asitin farklı katalizörler ile esterleştirme reaksiyonları gerçekleştirilmiştir. Tüm reaksiyonların çalışma sıcaklığı 180 ºC'dir.

3.1.1. Mannitol Dikaprilat/Kaprat Esterleri Asit Numaraları Sonuçlarının Karşılaştırması

Mannitol Dikaprilat/kaprat Esterlerinin fosforik asit, p-toluen sülfonoik asit ve metansülfonoik asit katalizörleri ile reaksiyonlarının zamana bağlı asit numaralarının grafiği ve verileri Şekil 3 ve Tablo 2 'de verilmiştir.



Şekil 3. Mannitol Dikaprilat/Kaprat Sentezi Farklı Katalizörlerle Zamana Bağlı Asit Numaraları Sonuçları Karşılaştırılması

Tablo 2. Mannitol Dikaprilat/Kaprat Sentezi Farklı Katalizörlerle Zamana Bağlı Asit Numaralarının Sonuçları

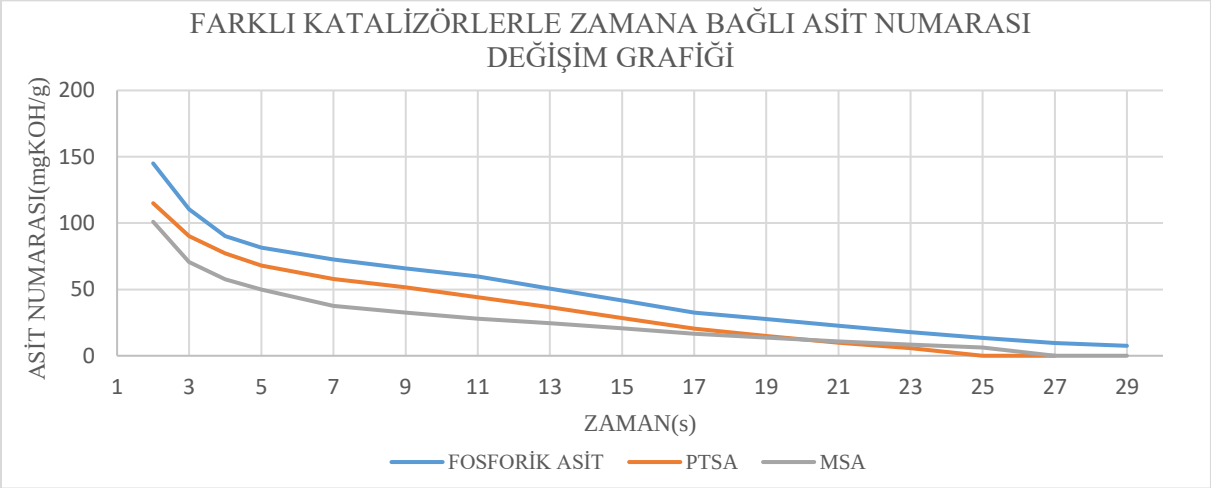
KATALİZÖR/ SÜRE	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
FOSFORİK A.	-	-	92,6	74,6	57,7	39,8	31,1	24,3	20,8	18,3	15,9	13,5	11,0	8,5	7,1

MSA	-	37,3	24,3	20,3	15,7	13,9	12,8	10,4	9,6	9,1	8,4	7,9	-	-	-
PTSA	-	55,6	41,3	33,9	28,9	22,6	15,4	8,6	5,4	-	-	-	-	-	-

Yukarıdaki zamana bağlı asit numaralarındaki değişim sonuçlarından mannitol dikaprilat/kaprat esterlerinde reaksiyonun en hızlı ilerlediği katalizörün PTSA ile yapılan sentez olduğu görülmektedir. PTSA ile sentezlenen ürün 13. saatte 5,4 mgKOH/g asit numarası sonucu verirken ve reaksiyonu tamamlarken aynı saatlerde MSA'daki ürünün asit numarası 9,6 mgKOH/g, fosforik asitteki ürünün asit numaranın 20,8 mgKOH/g olarak hesaplanmıştır. Fosforik asit ile reaksiyon süresi diğer katalizöre göre daha uzun sürmüştür.

3.1.2. Mannitol Trikaprilat/Kaprat Esterleri Asit Numaraları Sonuçlarının Karşılaştırması

Mannitol Trikaprilat/kaprat esterlerinin fosforik asit, p-toluen sülfonoik asit ve metansülfonoik asit katalizörleri ile reaksiyonlarının zamana bağlı asit numaralarının grafiği ve verileri Şekil 4 ve Tablo 3 'de verilmiştir.



Şekil 4. Mannitol Trikaprilat/Kaprat Sentezi Farklı Katalizörlerle Zamana Bağlı Asit Numaraları Sonuçları Karşılaştırılması

Tablo 3. Mannitol Trikaprilat/Kaprat Sentezi Farklı Katalizörlerle Zamana Bağlı Asit Numaralarının Sonuçları

KATALİZÖR/SÜRE	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**9**	**11**	**13**	**15**	**17**	**19**	**21**	**23**	**25**	**27**	**29**
FOSFORİK A.	-	145	111	90,3	81,5	72,6	65,7	59,8	50,7	41,6	32,6	27,6	22,6	17	13	9,5	7,5
PTSA	-	115	90	77,1	67,9	57,8	51,6	44,1	36,5	28,4	20,5	14,9	9,8	5,7	-	-	-
MSA	-	101	71	57,5	49,8	37,6	32,6	27,9	24,6	20,8	16,5	13,7	10,9	8,4	6,2	-	-

Mannitol trikaprilat/kaprat esterleri sonuçlarına bakıldığında reaksiyonun en hızlı ilerlediği katalizörün PTSA ile yapılan sentez olduğu görülmektedir. PTSA ile sentezlenen ürün 23. saatte 5,7 mgKOH/g asit numarası sonucu verirken ve reaksiyonu tamamlarken aynı saatlerde MSA'daki ürünün asit numarası 8,4 mgKOH/g, fosforik asitteki ürünün asit numaranın 17 mgKOH/g olarak hesaplanmıştır. Fosforik asit ile reaksiyon süresi diğer katalizöre göre daha uzun sürmüştür.

3.2. Mannitol Kaprilat/Kaprat Esterleri Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

3.2.1. Mannitol Dikaprilat/Kaprat Esterleri Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

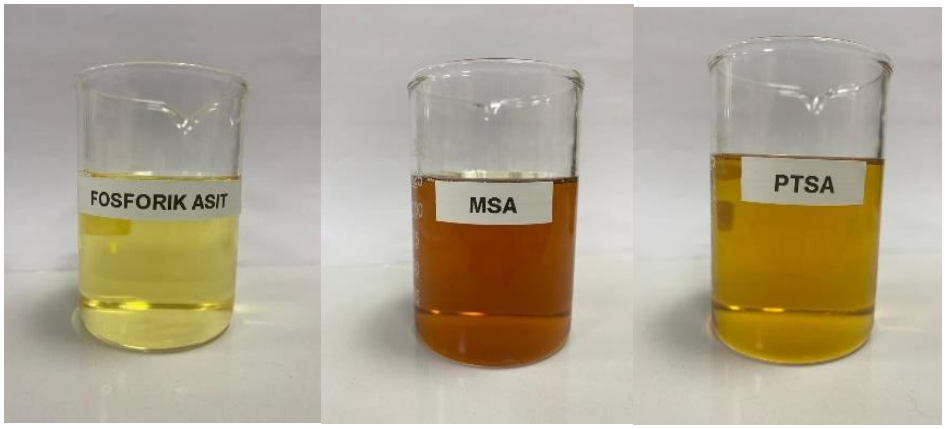
Mannitol dikaprilat/kaprat esterlerinin sonuçları Tablo 4'te ve Şekil 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Mannitol Dikaprilat/Kaprat Sentezi Analiz Sonuçları

HAMMADDELER		**ANALİZLER**							
MANNİTOL: K.K.A.	**Katalizör**	**Asit Numarası (mgKOH/g)**	**Sabunlaşma Sayısı (mgKOH/g)**	**Viskozite (40 ºC) (cst)**	**Viskozite (100 ºC) (cst)**	**Viskozite İndeksi (VI)**	**Renk (Gardner)**	**Verim**	**Süre**
1:2	**Fosforik Asit**	7,13	272,017	69,84	8,127	79	4,7	86,00%	25 saat
	MSA	7,9	270,37	68,19	8,005	84	11,3	79,00%	19 saat
	PTSA	5,4	275,13	72,05	8,145	69	10,3	81,00%	13 saat

Mannitol dikaprilat/kaprat esterlerinin her üç katalizör ile sentezlenen ürün de istenilen asit numarası değer aralıklarında sonlandırılmıştır. Fosforik asitle sentezlenen ürün 25 saat sürerken, MSA ile sentezlenen ürün 19 saat sürdü. P-toluen ile sentezlenen ürün ise 13 saatte biterek en kısa süren reaksiyon olmuştur. Bununla birlikte en çok verim elde edilen sentezde fosforik asitle elde edilen üründe gerçekleşirken en az verim MSA katalizörüyle elde edilmiştir. Sentezlenen ürünlerde de mannitol dikaprilat/kaprat sentezlerinin sabunlaşma değerleri 270-275 mgKOH/g aralıklarında çıkmış olup birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiştir. Mannitol dikaprilat/kaprat esterlerinde viskozite 40 ºC'de 65-75 cst aralığında, 100 ºC'de 8-8,2 cst aralığında bulunmuştur. Sentezlenen mannitol dikaprilat/kaprat esterlerin viskozite indeksi 69-84 arasında değişkenlik göstermektedir. MSA katalizörü ile sentezlenen ürünün viskozite indeksi daha yüksek olup sıcaklığa karşı değişkenliği daha az denilebilinir.

Sentezlenen ürünlerden en açık renkli ve berrak ürün fosforik asitle yapılan sentezler olmuştur. En koyu renk ise MSA ile sentezlenen reaksiyonlar sonucunda elde edilmiştir. Ürünlerin görseli de renk sonuçlarını desteklemektedir. Mannitol dikaprilat/kaprat esterlerine ait ürün görselleri Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Mannitol Dikaprilat/kaprat esterleri ürün görselleri

3.2.2. Mannitol Trikaprilat/Kaprat Esterleri Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

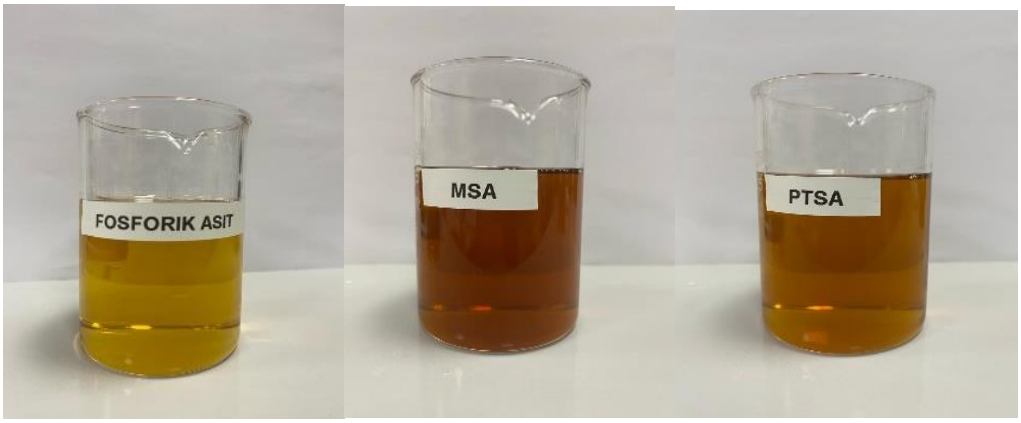
Mannitol trikaprilat/kaprat esterlerinin sonuçları Tablo 5'te ve Şekil 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Mannitol Trikaprilat/Kaprat Sentezi Analiz Sonuçları

HAMMADDELER		**ANALİZLER**							
MANNİTOL: K.K.A.	**Katalizör**	**Asit Numarası (mgKOH/g)**	**Sabunlaşma Sayısı (mgKOH/g)**	**Viskozite (40 ºC) (cst)**	**Viskozite (100 ºC) (cst)**	**Viskozite İndeksi (VI)**	**Renk**	**Verim**	**Süre**
1:3	**Fosforik Asit**	7,56	294,39	43,31	6,335	92	6,5	82,35%	29 saat
	MSA	5,67	292,45	41,33	6,544	105	11,9	80,50%	25 saat
	PTSA	5,71	297,26	42,32	6,526	109	9,1	77,4 %	23 saat

Mannitol trikaprilat/kaprat esterlerinde de her üç katalizör ile sentezlenen ürün de istenilen asit numarası değer aralıklarında sonlandırılmıştır. Fosforik asitle sentezlenen ürün 29 saat sürerken, MSA ile sentezlenen ürün 25 saat sürdü. P-toluen ile sentezlenen ürün ise 23 saatte biterek en kısa süren reaksiyon olmuştur. Bununla birlikte en çok verim elde edilen sentezde fosforik asitle elde edilen üründe gerçekleşirken en az verim ptsa katalizörüyle elde edilmiştir. Sabunlaşma sayısı değer aralıkları 290-300 mgKOH/g aralıklarında bulunmuştur. Mannitol trikaprilat/kaprat esterlerinde de 40 ºC'de 40-44 cst, 100 ºC'de 6-7 cst aralığında bulunmuştur. Mannitol trikaprilat/kaprat esterlerinde ise viskozite indeksi 90-110 aralığında bulunmuştur. PTSA ile sentezlenen ürünün viskozite indeksi daha yüksek bulunmuştur.

Sentezlenen ürünlerden en açık renkli ve berrak ürün fosforik asitle yapılan sentez olmuştur. En koyu renk ise MSA ile sentezlenen reaksiyonlar sonucunda elde edilmiştir. Ürünlerin görseli de renk sonuçlarını desteklemektedir. Mannitol dikaprilat/kaprat esterlerine ait ürün görselleri şekil 6'te görülmektedir.

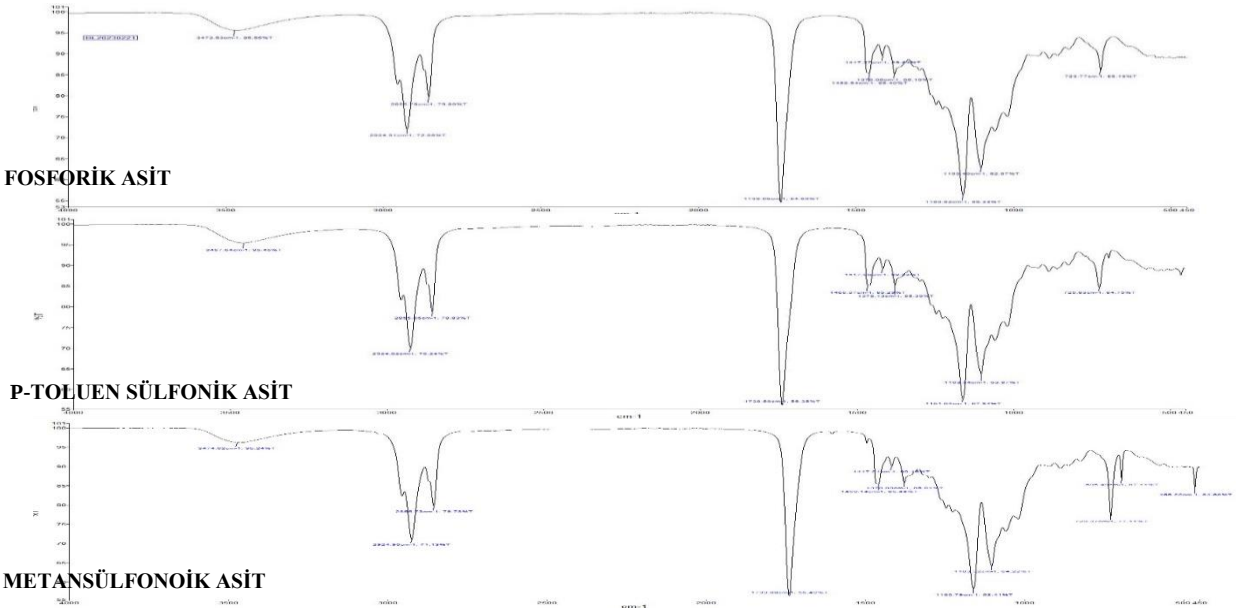


Şekil 6. Mannitol Trikaprilat/kaprat esterleri ürün görselleri

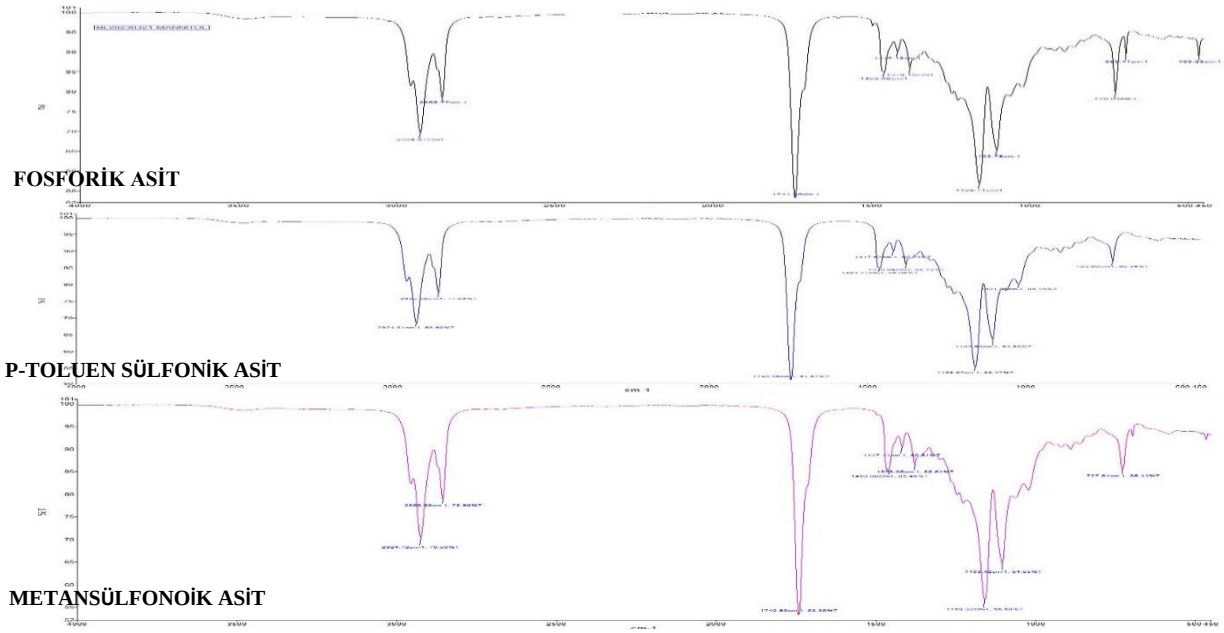
3.3. Mannitol Kaprilat/Kaprat Esterleri FTIR Sonuçlarının Karşılaştırılması

Fosforik asit, MSA ve PTSA katalizörleri ile sentezlenen ürünlerin FTIR sonuçları aşağıda verilmiştir. Ftır sonuçlarında 1730-1750 nm aralıklarında gözüken keskin piklerle birlikte esterleşme

reaksiyonlarının gerçekleştiği görülmüştür. Mannitol Dikaprilat/kaprat sentezine ait FTIR görseli Şekil 7'de ve Mannitol Trikaprilat/kaprat sentezine ait FTIR görseli Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Mannitol Dikaprilat/kaprat esteri FTIR spektrumu görselleri



Şekil 8. Mannitol Trikaprilat/kaprat esteri FTIR spektrumu görseller

4. YORUMLAR

Mannitol kaprilat/kaprat esterleri sentezlerinde;

- Ürün renginin ve verimin en iyi olduğu sentez fosforik asitle gerçekleşirken, reaksiyon süresinin de en uzun olduğu sentez olmuştur.
- Metansülfonoik asit katalizörü reaksiyon başlarında daha iyi işleve sahipten, OH sayısı azaldıkça etkisini yitirmeye başlamıştır.
- P-toluen sülfonoik asit renk ve verim olarak diğer katalizörlere göre arada kalmış olsa da reaksiyon hızı açısından kullanılan en iyi katalizör olarak sonuç vermiştir.
- Oluşan ürünlerin asit numarası, sabunlaşma sayısı, viskozite gibi analiz parametreleri kozmetik sektörü için uygun ürünler olup kozmetik için değerli bir ara ürün olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

Arbain, N. H., ve Salimon, J.,2011,' The Effects of Various Acid Catalyst on the Esterification of Jatropha Curcas Oil based Trimethylolpropane Ester as Biolubricant Base Stock', E-Journal of Chemistry, 8(S1), Sayfa 33-S40.

Borges, M.E. Ve Diaz, L., 2012, 'Recent developments on heterogeneous catalysts for biodiesel production by oil esterification and transesterification reactions: A review', Renewable and Sustainalbe Enegy Reviews, Sayfa 2839-2849.

Khan, Z., Aslam, A. ve diğerleri, 2021, 'Current developments in esterification reaction: A review on process and parameters 'Jornal of Industrial and Enginering Chemstry, Cilt (103), Sayfa 80-101.

Sert, E. Ve Atalay, F.S., 2017,' Application of Green Catalysts for the Esterification of Benzoic Acid with Different Alcohols' Celal Bayar University Journal of Science, Cilt 13, Konu 4, Sayfa 907-912.

Sirsam, R., Hansora, D., Usmani, G., 2016, 'A Mini-Review on Solid Acid Catalysts for Esterification Reactions', Journal ol the Institution Engineering India, Sayfa 167–181.

Zeng, Z. ve diğerleri, 2012, 'Recent Developments on the Mechanism and Kinetics of Esterification Reaction Promoted by Various Catalysts', Vivek P., Chemical Kinetics.