

ICONIL 2024 AUTUMN

DEC 14-15, 2024 İSTANBUL / TÜRKİYE

INTERNATIONAL CONGRESS OF NEW SEARCHES IN MULTIDISCIPLINARY STUDIES SCIENCES PROCEEDINGS BOOK



WWW.ICONIL.COM



ICONIL 2024 AUTUMN

INTERNATIONAL CONGRESS OF NEW SEARCHES IN
MULTIDISCIPLINARY STUDIES
SCIENCES PROCEEDINGS BOOK

DEC 14-15, 2024

KADIN ve AİLE KÜLTÜR SANAT MERKEZİ BAĞCILAR
İSTANBUL / TÜRKİYE

www.iconil.com

info@iconil.com

ISBN: 978-625-95551-0-2

EDITORS

- Prof. Dr. Hanefi BAYRAKTAR, Atatürk University
- Lecturer Mustafa OF, Kocaeli University
- Lecturer İsmail KILIÇASLAN, Kocaeli University
- Lecturer Kazım KAHRAMAN, Kocaeli University

All Rights Reserved

All Responsibilities of The Articles Belong to The Authors

SUPPORTERS

Atatürk University, Türkiye

Atatürk University Climate Change
Coordination Office, Türkiye

Aleksandër Moisiu University, Albania



Universitas Airlangga, Indonesia

Universiteti Bujqësor i Tiranës – UBT,
Albania

University of Burundi, Burundi

University of Prishtina "Hasan Prishtina",
KosovoIconil
University Malaysia Terengganu, Malaysia

University of Mumbai, India



Shibaura Institute of Technology, Japan



Uzhhorod National University, Ukraine

Dear participants,

ICONIL 2024 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 6 countries 66 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 ICONIL 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@iconil.com e-mail address and official social media accounts.

ICONIL ORGANIZING COMMITTEE

31.12.2024

KEYNOTE SPEAKERS**Prof. Dr. Lyudmyla Symochko**Uzhhorod National University, Ukraine, Coimbra
University, Portugal**Prof. Dr. Desire Nizigiyamana Louis**

University of Burundi, Burundi

**Dr. Isma Rosila Ismail**

Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia

**Dr. Ahmad Ali**

University of Mumbai, India

**Dr. Daniel Honc**

Pardubice University, Czechia

**Dr. Irfan Wahyudi**

Universitas Airlangga, Indonesia

SCIENCE COMMITTEE*Listed in alphabetical order*

- Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin, 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. Flora Merko, Aleksandër Moisiu University Durrës, Albania
- 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. Maarroof, Mousul University, Iraq
- Prof. Dr. Mehmet Demirtaş, Bitlis Eren 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 Hacı 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. Edmond Hoxha, Polytechnic University Of Tirana, Albania
- 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. 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. Petr Dolezel, Pardubice University, Czechia
- Assoc. Prof. Dr. Taner Erdoğan, Kocaeli University, Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Ylber Aliu, AAB College, Kosovo
- Assoc. Prof. Dr. Samad Rahimi Aghdam, Tabriz University, Iran
- Assoc. Prof. Dr. Selda Uca, Kocaeli University
- Assist. Prof. Dr. Mazin Nazar Fadhel, Mosul university, Musul, Iraq
- Assist. Prof. Dr. Berna Kavaz Kındıgılı, 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. Daniel Honc, Pardubice University, Czechia
- PhD. Gülşah Keklik, İstanbul Technical University
- 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
- Lecturer Mustafa Of, Kocaeli University
- Lecturer İsmail Kılıçaslan, Kocaeli University
- Lecturer Kazım Kahraman, Kocaeli University

İÇİNDEKİLER

ABSTRACTS / POSTERS.....	1
CONTRIBUTION OF SCRUM FRAMEWORK AND SHARED MENTAL MODELS TO TEAM DYNAMICS	2
THE RELATIONSHIP BETWEEN PATIENT AND PHYSICIAN: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW	3
SUBFOSSIL CHIRONOMIDS FROM TWO NEIGHBOURING, SIZE-DIFFERING LAKES IN THE EASTERN CARPATHIANS, ROMANIA	4
THE EFFECT OF TRIGLYCERIDE/GLUCOSE INDEX AND BONE MINERAL DENSITY RELATIONSHIP ON THE NATURAL ANGLE CHANGE OF THE VERTEBRAL COLUMN IN POSTMENOPAUSAL OSTEOPOROSIS	5
COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING AND TRADITIONAL MACHINE LEARNING MODELS FOR HEART DISEASE CLASSIFICATION USING LSTM, SVM, AND RANDOM FOREST	6
ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PLANTAGO LANCEOLATA L. (RIBWORT PLANTAIN) WITH ETHNOBOTANICAL SIGNIFICANCE.....	7
TRANSFORMATION OF A MANUFACTURING COMPANY TO A DIGITAL COMPANY INDUSTRY 4.0	8
AIRFOIL OPTIMIZATION AND ANALYSIS WITH METAHEURISTIC ALGORITHM	9
PERFORMANCE OF MACHINE LEARNING METHODS IN CREDIT SCORING PREDICTION USING A SYNTHETIC DATASET.....	10
IN HEARING AID APPLICATIONS WITH HEARING AIDS OWN FITTING APPLICATION EFFECT OF REAL EAR MEASUREMENT (REM) ON SPEAKING DISCRIMINATION SCORE	11
EARMOLD IN HEARING AIDS AND THE DOME USAGE INCREMENT IMPACT IN HEARING AID: PERFORMANCE, CLIENT SATISFACTION.....	12
RETAIL SALES ANALYSIS AND FORECASTING: UTILIZING SEASONAL TRENDS AND MARKETING STRATEGIES	13
ANALYSIS OF SAFETY DISCHARGE CAPACITY AND SPRING IN JUMBO TYPE LPG CYLINDER VALVES	14
A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO THE VALORIZATION OF DAIRY INDUSTRY WASTE WHEY.....	15
THE EFFECTS OF THE USE OF HERBAL FIBERS IN STRAINED YOGURT PRODUCTION ON SOME PROPERTIES OF YOGURT	16
ITALIAN CHEESES IN ALL ASPECTS FROM PRODUCTION TO SALE	17
MAGNETIC FILTER FOR HEATING SYSTEMS DESIGN AND OPTIMISATION.....	18
COMPARISON OF SENSITIVE AND TOLERANT SUNFLOWER (HELIANTHUS ANNUUS L.) GENOTYPES UNDER DROUGHT STRESS FOR EXPRESSION VARIATIONS IN ENR1 AND ENR2 GENES ASSOCIATED WITH FATTY ACID BIOSYNTHESIS.....	19
LONGTERM INVESTIGATION OF NITROGEN DIOXIDE CONCENTRATION IN VARIOUS ISTANBUL STATIONS AND SATELLITE OBSERVATIONS	20
FULL TEXT PAPERS.....	21

TRANSFORMATION OF A MANUFACTURING COMPANY TO A DIGITAL COMPANY INDUSTRY 4.0	22
METASEZGİSEL BİR ALGORİTMA İLE KANAT PROFİLİ OPTİMİZASYONU VE ANALİZİ.....	28
JUMBO TİP LPG TÜP VANALARINDA KULLANILAN EMNİYET BOŞALTMA KAPASİTESİ VE YAY ANALİZİ.....	37
SÜT SANAYİ ATIĞI OLAN PEYNİRALTI SUYUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNE MULTİDİSİPLİNER BİR BAKIŞ.....	50
SÜZME YOĞURT ÜRETİMİNDE BİTKİSEL LİF KULLANIMLARININ YOĞURDUN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	64
ÜRETİMDEN SATIŞA TÜM YÖNLERİ İLE İTALYAN PEYNİRLERİ.....	70
ISITMA SİSTEMLERİ İÇİN MANYETİK FİLTRE TASARIMI VE OPTİMİZASYONU	74

ABSTRACTS / POSTERS

The abstract fields of the papers that have met all the conditions of the ICONIL 2024 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.

CONTRIBUTION OF SCRUM FRAMEWORK AND SHARED MENTAL MODELS TO TEAM DYNAMICS

Lecturer MUSTAFA OF

Kocaeli University, Kocaeli Vocational School, Computer Technologies
mustafaof@hotmail.com

Lecturer İSMAİL KILIÇASLAN

Kocaeli University, Ali Rıza Veziröğlu Vocational School, Accounting And Tax Applications
isokaslan@hotmail.com

Abstract

Scrum is a framework for agile software development methodology, a process that allows teams to adapt to rapidly changing requirements while delivering high-quality products. Within this framework, sprints, daily meetings, and continuous feedback within a certain time frame aim to improve team member collaboration. Scrum provides a strong structure that supports the harmony of knowledge and expectations among team members and encourages the formation of shared mental models in this context. This study examines the impact of the Scrum framework on shared mental models. Shared mental models express the consistency of shared understanding and expectations among team members and facilitate communication, decision-making, and adaptation processes within the team. Scrum provides speed and efficiency in business processes by contributing to team members' harmonious action in line with project goals. The findings of the research reveal that the Scrum framework encourages collaboration, reduces uncertainty, and thus improves project performance.

Keywords: Scrum, Agile Software Development, Shared Mental Models, Team Dynamics

THE RELATIONSHIP BETWEEN PATIENT AND PHYSICIAN: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

HÜLYA YILDIRIM

Nişantaşı University, Institute Of Health Sciences, Health Management
hlyyldrm198921@gmail.com

Assist. Prof. Dr. BETÜL ÇOLAK

Nişantaşı University, Institute Of Health Sciences, Health Management
betul.colak@nisantasi.edu.tr

Abstract

This study aims to systematically present the general trends and findings of the researches in this field by analysing the postgraduate theses on patient-physician relationship. Various theses on the patient-physician relationship were examined as a result of the searches made in the database of the Council of Higher Education Thesis Centre. In the study, descriptive content analysis, one of the systematic review methods, was used and the theses were classified according to their years, types, participant groups and the topics covered. It was determined that 16 of the 30 theses analysed were master's theses, 8 were medical speciality theses and 6 were doctoral theses. The studies were conducted between 1990 and 2024, and it was observed that they were especially concentrated in 2023 and 2024. In the theses, trust levels in patient-physician relationships, the effects of physicians' communication skills and the importance of approaches such as empathy in ensuring patient satisfaction are frequently emphasised. Some of the analysed studies focus on how trust communication develops in different healthcare settings and the contribution of this communication to patient loyalty. It has been revealed that trust communication is strongly associated with health literacy level, demographic characteristics and communication quality in patient-physician interaction. Many studies indicate that patient-physician communication based on a trusting relationship is critical for healthcare services to increase patient engagement. The results show that studies on patient-physician relationship emphasise the importance of increasing patients' health literacy levels and cultural competence. In addition, it was concluded that increasing trust in patient-physician relationships has positive effects on the treatment process.

Keywords: Patient-physician Relationship, Trust Communication, Communication Skills, Empathy And Commitment

**SUBFOSSIL CHIRONOMIDS FROM TWO NEIGHBOURING, SIZE-DIFFERING
LAKES IN THE EASTERN CARPATHIANS, ROMANIA****SELEN KIZILKAYA**Matej Bel University, Biology And Ecology Faculty, Environmental Biology
*selen.kizilkaya@umb.sk***Prof. Dr. LADISLAV HAMERLÍK**Matej Bel University, Biology And Ecology Faculty, Environmental Biology
*ladislav.hamerlik@umb.sk***VERONIKA SLOBODNÍKOVA**Matej Bel University, Biology And Ecology Faculty, Environmental Biology
*veronika.stilova@umb.sk***Prof. Dr. PETER BÍTUSÍK**Matej Bel University, Biology And Ecology Faculty, Environmental Biology
*peter.bitusik@umb.sk***Abstract**

Subfossil chironomid analysis was performed on short cores from two neighbouring high-altitude lakes in the Maramureş Mountains, Eastern Carpathians, Romania, with the aim to compare the lakes' response to past environmental changes. Lake Vinderel, with an area of 0.6 ha and a maximum depth of 5.0 m, is the largest lake in the region, while nearby Lake Livia, with an area of 0.06 ha and a maximum depth of 3.5 m, is rather a pond. Both lakes yielded low head capsule counts (338 in Livia; 803 in Vinderel) and low taxonomic richness, with 11 taxa each. The lakes shared dominating taxa (*Procladius* sp. and *Chironomus anthracinus*-type) suggesting increasing productivity, while the presence of *Tanytarsus lugens*-type reflected their cold, high-altitude character. In contrast, *Endochironomus impar*-type was exclusive for Lake Livia, which may indicate periods of low pH. Littoral taxa, such as *Dicrotendipes nervosus*-type and *Microtendipes pedellus*-type occurred only in Lake Vinderel, while the semi-terrestrial *Limnophyes-Paralimnophyes* was unique to Lake Livia. Overall, the similarity in assemblages underscores the comparable climatic and limnological conditions shaping these lakes, while contrasting species highlight subtle differences in ecological conditions caused by local factors.

Keywords: Chironomidae, Lake Vinderel, Lake Livia, Eastern Carpathians

THE EFFECT OF TRIGLYCERIDE/GLUCOSE INDEX AND BONE MINERAL DENSITY RELATIONSHIP ON THE NATURAL ANGLE CHANGE OF THE VERTEBRAL COLUMN IN POSTMENOPAUSAL OSTEOPOROSIS

KENAN BENTLİ

Gaziantep University, Health Sciences Institute, Department Of Biophysics
bentlikenan@gmail.com

Prof. Dr. CAN DEMİREL

Gaziantep University, Faculty Of Medicine, Department Of Biophysics
cdemirel27@gmail.com

Abstract

Osteoporosis is a common skeletal disorder, especially among postmenopausal women, marked by reduced bone mineral density (BMD), hence increasing the risk of fractures. This study seeks to clarify the relationship between the triglyceride/glucose (TyG) index, diabetes mellitus, and BMD in postmenopausal osteoporosis, as well as to examine the effects of these connections on spinal alignment. The sample comprised 140 female individuals categorized into four cohorts: a control group (postmenopausal without osteoporosis, BMD score >-2), an osteoporosis group, a diabetes with osteoporosis group, and a diabetes without osteoporosis group. BMD values were acquired by Dual-energy X-ray Absorptiometry (DEXA), and the TyG index was calculated from triglyceride and fasting glucose concentrations using a logarithmic model. Deviations in the angle of the vertebral column were also measured. Data regarding radiographic imaging, TyG index, and BMD were retrospectively gathered from postmenopausal women diagnosed with osteoporosis between January 1, 2020, and December 30, 2023. The findings indicate a significant correlation between the TyG index and both diabetes mellitus and bone mineral density, with discernible alterations in vertebral alignment in postmenopausal osteoporosis patients. The coexistence of diabetes and osteoporosis seems to worsen bone deterioration and spinal curvature changes, hence increasing fracture risk ($p<0.05$).

Keywords: Osteoporosis, Postmenopause, Bone Mineral Density, Triglyceride Glucose Index, Diabetes

COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING AND TRADITIONAL MACHINE LEARNING MODELS FOR HEART DISEASE CLASSIFICATION USING LSTM, SVM, AND RANDOM FOREST

BENGİSU ARSLANTAŞ

Erciyes University, Institute Of Science And Technology, Biomedical Engineering
bengisuarslantas@gmail.com

Abstract

This study compares the performance of deep learning and traditional machine learning methods in predicting heart disease. Early detection is crucial for improving health outcomes and healthcare efficiency. The study investigates Long Short-Term Memory (LSTM) networks and traditional algorithms such as Support Vector Machines (SVM) and Random Forest for heart disease classification. Method: The analysis utilized the Kaggle dataset "Heart Disease Classification," consisting of 303 records and 14 features, including clinical parameters like age, gender, chest pain type, and resting blood pressure. The target variable indicates the presence of heart disease. The LSTM model was configured with 100 hidden units, trained over 200 epochs, with a batch size of 64 and a learning rate of 0.001. Traditional models—SVM and Random Forest—were implemented with identical preprocessing steps. Model evaluation was conducted using 10-fold cross-validation. Results: The LSTM model achieved the highest classification accuracy at 74.58%, outperforming SVM (68.4%) and Random Forest (68.44%). The results highlight LSTM's superior ability to capture temporal dependencies within the dataset. Nevertheless, the traditional models were faster, making them advantageous for applications prioritizing computational efficiency. Conclusion: LSTM demonstrates greater accuracy in heart disease classification, suggesting its potential for health-related tasks requiring temporal data analysis. However, computational demands and issues like class imbalance present challenges to its widespread adoption. These findings underline the promise of deep learning in healthcare, particularly for tasks involving sequential data, and provide a basis for further refinements to enhance performance and efficiency.

Keywords: Lstm, Deep Learning, Svm, Random Forest, Machine Learning

**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PLANTAGO LANCEOLATA L. (RIBWORT
PLANTAIN) WITH ETHNOBOTANICAL SIGNIFICANCE****MELİKE ERSİN**Dokuz Eylül University, Faculty Of Science, Biology
*ersinnmelike@gmail.com***ELİF GÖNÜL**Dokuz Eylül University, Faculty Of Science, Biology
*eliiffgnl@gmail.com***EZGİ NUR DUMAN**Dokuz Eylül University, Faculty Of Science, Biology
*ezginrduman@gmail.com***GİZEM GÜL**Dokuz Eylül University, Institute Of Science And Technology, Biology
*gizeemmguill@gmail.com***DİLAY TURU**Dokuz Eylül University, Institute Of Science And Technology, Biology
*dilayturu@gmail.com***Prof. Dr. KEREM CANLI**Dokuz Eylül University, Faculty Of Science, Biology
*kerem.canli@deu.edu.tr***Abstract**

In recent years, the indiscriminate use of antibiotics and improper treatment practices worldwide have led to microorganisms developing resistance to antibiotics, posing a significant threat to human health. Antibiotic resistance complicates the treatment of microbial infections and necessitates the development of new therapeutic methods. Among alternative treatment approaches, the use of plant-derived compounds has gained attention. Evaluating the antimicrobial activity of plants provides potential natural solutions for the treatment of infectious diseases. Due to their natural antimicrobial compounds and their long history of use in traditional medicine, plants have become a critical area of research. In this context, *Plantago lanceolata* L., commonly known as "ribwort plantain," belonging to the Plantaginaceae family, has been used in traditional medicine for the treatment of respiratory infections, skin inflammations, digestive disorders, and various infectious diseases. This study investigated the antimicrobial activity of this plant. The antimicrobial activity of *Plantago lanceolata* was tested using the disk diffusion method. The study included 16 standard bacterial isolates, 7 foodborne bacterial isolates, 11 multidrug-resistant (MDR) bacteria, 11 clinical bacterial isolates, 1 standard yeast strain, and 2 clinical yeast isolates. The potential antimicrobial effects of the plant were comprehensively analyzed. The results demonstrated inhibition effects on 13 bacterial strains. The most effective results were observed against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA+MDR), with inhibition zones measuring 10-12 mm in diameter, and clinical isolates of *Enterococcus faecalis*, with inhibition zones measuring 9-10 mm in diameter. These findings suggest that *Plantago lanceolata* could be a promising natural antimicrobial agent, particularly against resistant bacteria.

Keywords: Disk Diffusion Test, Antimicrobial Activity, *Plantago Lanceolata* L

TRANSFORMATION OF A MANUFACTURING COMPANY TO A DIGITAL COMPANY INDUSTRY 4.0

Assist. Prof. Dr. MEHMET TEVFİK ÇOBANOĞLU
Okan University, Engineering And Natural Sciences, Machinery
mehmet.cobanoglu@okan.edu.tr

Abstract

It is important to recognize the potential of new digitalized business models as early as possible and then build them up by transforming the companies. Speed and creativity are required. If a completely new business model is not created right away, digitalization should at least make it possible to realize a noticeable increase in efficiency in process handling and sell more products. Industry 4.0 implementation has been ongoing since 2011 and many companies have started smart factory applications in Europe and the United States. In Turkey, the fact that manpower is cheap compared to the mentioned countries and that there is not enough qualified manpower in this regard causes delays in implementation. We are at the beginning of a "tsunami" that will affect all industrial companies - with high risks, but also with immense opportunities. It can be assumed that everything that can otherwise be doubly networked and automated with the help of digitalization will actually be addressed - it is only a matter of time. It is therefore imperative to completely examine existing and previously proven business models and processes as well as the organizational structure at the beginning of every digitalization consideration. Based on a convincing vision and a business strategy derived from it, the topic of digitalization must then be addressed in depth and with sustainability - not as a one-off project, but as a continuous transformation process. Since the advantages it will bring in mass production are greater than in order-based production, especially in the highly competitive automobile sector, have made great progress in the implementation of Industry 4.0. In the article, the planning, steps of implementation and advantages to be gained as a result of the transition to Industry 4.0 technologies planned to be implemented in a white goods company manufacturing in Turkey will be examined and a comparison will be made with other sectors.

Keywords: Industry 40, Smart Factory; Mass Production, Transformation, Industry 40 Technologies

AIRFOIL OPTIMIZATION AND ANALYSIS WITH METAHEURISTIC ALGORITHM

TEVFİK ERKİN

Erciyes University, Faculty Of Aviation And Astronautics, Aeronautical Engineering
tevfikerkin@erciyes.edu.tr

ENGİN DURMUŞ

Erciyes University, Faculty Of Aviation And Astronautics, Aeronautical Engineering
40143300205@erciyes.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. SELÇUK ASLAN

Erciyes University, Faculty Of Aviation And Astronautics, Aeronautical Engineering
selcukaslan@erciyes.edu.tr

Abstract

The requirements for maximum lift and minimum drag, which have an significant part in the airfoil structures used in aircraft and industrial applications, have come to the forefront for sustainable environment, energy and financial cost reduction recently. Optimization studies on the airfoil, which is widely used in civil and military aerial vehicles and industrial applications such as wind turbines, are carried out with the methods of completely changing the profile design concept or enhancing existing designs. The object of this study is to maximize the lift to drag ratio of the NACA2411 airfoil using the metaheuristic algorithm. The airfoil is firstly transformed into parametric form by Parametric Section (PARSEC), discretized by Vortex Panel approach and optimized by Genetic Algorithm (GA) in the last step. The results obtained demonstrated the positive contribution of the GA technique in airfoil optimization and its feasibility.

Keywords: Parsec, Vortex Panel Method, Genetic Algorithm

**PERFORMANCE OF MACHINE LEARNING METHODS IN CREDIT SCORING
PREDICTION USING A SYNTHETIC DATASET****BENAY MURATOĞLU**Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Statistics
*benayozcann.bo@gmail.com***Prof. Dr. ALİ HAKAN BÜYÜKLÜ**Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Statistics
*ahbuyuklu@gmail.com***Abstract**

The increase of credit usage in recent years has created significant risks for lending financial institutions. Particularly, major financial disasters such as the Mortgage Crisis have clearly demonstrated that lenders may face substantial losses due to borrowers' payment difficulties, and the stability of the financial system could be jeopardized. In this context, ensuring that the lending processes are trust-based is of utmost importance. Trust is generally assessed through credit scoring systems that include individuals' economic, sociological, and demographic characteristics. Determining the creditworthiness of individuals applying for credit allows lenders to develop appropriate lending strategies. In the literature, it is widely stated that machine learning techniques have yielded successful results in predicting credit risk. In most studies, credit risk is classified into “good” and “bad” borrowers, and classification algorithms are employed. The aim of this study is to calculate a credit score between 0 and 100 using regression algorithms. In this study, a synthetic credit dataset consisting of 8 variables was initially created. The independent variables for the dependent variable, “Credit Score,” were normalized, and the importance weights were determined using the AHP (Analytic Hierarchy Process) method. Subsequently, the variable values were multiplied by these weights, and noise was added to create the “Credit Score” variable. 80% of the dataset was used as the training set, and training was conducted using Lasso regression, Decision Tree regression, Bagging regression, and CatBoost regression algorithms. The analysis results showed that the best performance was achieved by the CatBoost Regression algorithm.

Keywords: Credit Score, Credit Risk, Regression Algorithms, Ahp Method, Machine Learning

IN HEARING AID APPLICATIONS WITH HEARING AIDS OWN FITTING APPLICATION EFFECT OF REAL EAR MEASUREMENT (REM) ON SPEAKING DISCRIMINATION SCORE

BÜŞRA GÜNAYDIN

İzmir Bakırçay University, Faculty Of Health Sciences, Audiology
cengzbusra@gmail.com

Assist. Prof. Dr. BURAK ÖZTÜRK

İzmir Bakırçay University, Faculty Of Health Sciences, Audiology
burak.ozturk@bakircay.edu.tr

Abstract

Introduction and Objective: Hearing aid is the one of the using method for the hearing loss treatment. Studies in literature show that the accurate arrangement of hearing aids from users increases discrimination and talking skill. Hearing aids have their fitting application but practices which are made with real ear measurement (REM) show that increase users pleasure yet hearing aids own fitting application and real ear measurement (REM) are limited about speaking discrimination skill, specific effect's examining studies. This study research to understand more deeply, this certain relation and hearing aid's application based settings with real ear measuring (REM) how effective the speaking discrimination score. **Material/Procedure:** In the study conducted with between 18-65 years old 20 volunteers, volunteer's available hearing grade tested. Hearing device practice made with the hearing loss suitable device models. First of all, with hearing aids own application by making 'fitting' speech discrimination scores were looking, then with real ear measuring (REM) discrimination scores were evaluated again. Relation between data were evaluated by independent sample t test. **Findings:** In the analysis, after being programmed with the hearing aids' own fitting, the measured speaking discrimination test scores ($\bar{X} \pm Ss$: 77,30 $\pm$ 14,46) were compared with those obtained using REM hearing aid fitting ($\bar{X} \pm Ss$: 81,90 $\pm$ 11,29). There are no differences found as statistically between groups. ($t=-1,12$; $sd=38,00$; $p>0,05$) **Discussion and Conclusion:** On this work hearing aid device when programming used between methods and speaking discrimination scores whether significant differences or not were examined. Fitting made with hearing aid's own application and after hearing aid fitting with REM, when speaking discriminate scores compared, even though speaking discriminate scores increased had been observed in the application made with REM there is no statistically significant conclusions were obtained. As speaking discrimination score will show an increase with hearing knowledge and hearing memory in the time, predicted comparing long time results are can bring about as statically significant.

Keywords: Hearing Aid, Rem, Speaking Discrimination

**EARMOLD IN HEARING AIDS AND THE DOME USAGE INCREMENT IMPACT
IN HEARING AID: PERFORMANCE, CLIENT SATISFACTION****KÜBRA CENGİZ EREN**İzmir Bakırçay University, Faculty Of Health Sciences, Audiology
*kubracengiz5225@gmail.com***Assist. Prof. Dr. BURAK ÖZTÜRK**İzmir Bakırçay University, Faculty Of Health Sciences, Audiology
*burak.ozturk@bakircay.edu.tr***Abstract**

Hearing aid is an electronic device that helps individuals who have hearing loss, to hear sounds around the environment much better. Used articulation components can directly influence the device's performance and client satisfaction. Within this context, the usage of " earmold " and " dome " like constituents in hearing aids, have a critical role in incremental impact in hearing aids and general performance increase. The research conducted on dome usage and increment impact in hearing aids indicates that both modalities show advantages and disadvantages varying on different types and degrees of hearing loss. The research underlines the importance of the usage of these technologies in the performance, comfort, and client satisfaction of the hearing aids. The research aims to show a framework for understanding the effects of earmold and dome technology on the acoustic performance and general client experience of hearing aids. Material/Procedure: In the study that was conducted with 20 volunteers between the ages of 18-65, the current hearing levels of the volunteers were tested. A suitable prototype hearing aid implementation was made for hearing loss. Field-free thresholds of the clients were found individually with the implementation of " earmold " and " dome ". The correspondence between the data was evaluated with an independent cross-section T-Test. Findings: From the conducted analysis, the field-free threshold test scores ($X \pm Ss$: $19,05 \pm 5,38$) of hearing aid implementation with mold and the field-free threshold test scores ($X \pm Ss$: $23,78 \pm 8,08$) of hearing aid implementation with dome were cross-matched. The difference between the two groups was determined to be significantly outliers ($t = -2,14$; $sd = 37,00$; $p < 0,05$). This result sets forth the procedure of hearing aid implementation with mold was better in the field-free threshold tests. Discussion and Conclusions: This research analyzed whether the dome or mold used in hearing aid implementation created significant discrepancies in the field-free threshold. Hearing aids, when compared to, the field-free thresholds in the implementation with mold and field free thresholds in the implementation with dome, the hearing aid implemented with mold had better fieldfree thresholds that were observed and outliered significantly. In conclusion, the implementation of mold is far more advantaged, by means of covering up hearing loss and thresholds getting better than the implementation of dome.

Keywords: Hearing Aid, Dome, Earmold

RETAIL SALES ANALYSIS AND FORECASTING: UTILIZING SEASONAL TRENDS AND MARKETING STRATEGIES

TUĞÇE EKİZ YILMAZ

Dokuz Eylül University, Faculty Of Science, Statistics

ekiztugce@gmail.com

Abstract

This study examines the analysis and forecasting of retail sales by employing a comprehensive dataset containing seasonal trends and marketing expenditure details. The primary objective of the research is to uncover actionable insights that can support data-driven decision-making in retail marketing strategies, inventory management, and profitability optimization. By exploring the interplay between marketing activities, seasonal demand fluctuations, and sales performance, the study offers a holistic view of how businesses can adapt to market dynamics effectively. The research employs advanced statistical and machine learning techniques to achieve its goals. Time series models such as Prophet and ARIMA are utilized to forecast future sales trends and analyze seasonality's impact on consumer purchasing behavior. Additionally, regression analysis is applied to understand the relationship between marketing expenditures and sales performance. Advanced clustering techniques, including RFM analysis and K-Means clustering, are employed to segment customers based on their purchasing behavior, enabling targeted marketing efforts. Key findings of the study include the identification of high-impact marketing campaigns, critical seasonal periods for product demand, and actionable customer segments. The analysis reveals that combining seasonal trends with marketing data enhances forecasting accuracy and helps businesses allocate their budgets more effectively. Furthermore, the study highlights the importance of integrating machine learning models to uncover non-linear relationships and hidden patterns in the data. This research provides a robust framework for businesses seeking to optimize their marketing strategies and inventory planning. It emphasizes the critical role of data analytics in modern retail, demonstrating how a combination of statistical rigor and machine learning flexibility can lead to actionable insights. The findings have significant implications for businesses aiming to improve their operational efficiency, enhance customer satisfaction, and drive profitability.

Keywords: Retail Sales, Seasonal Trends, Marketing Strategies, Time Series Analysis, Prophet, Arima, Machine Learning, Customer Segmentation, Rfm Analysis

ANALYSIS OF SAFETY DISCHARGE CAPACITY AND SPRING IN JUMBO TYPE LPG CYLINDER VALVES

Expert TAYLAN GÜNAY

Manisa Celal Bayar University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
taylan17_gunay@hotmail.com

RECEP YÜKSEKDAĞ

Ege University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
recep Yuksekdağ01@gmail.com

Abstract

LPG stands for "Liquefied Petroleum Gas." In Turkish, it is referred to as "Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)." LPG typically contains hydrocarbon gases such as propane and butane, which are liquefied petroleum products. LPG systems are used extensively in many areas of our lives, including in our vehicles, industrial enterprises, residential settings, agriculture, and various other sectors. In these sectors, hydrocarbon gases like propane and butane are liquefied under pressure and can be stored in metal cylinders as a convenient energy source. Storing LPG in metal cylinders has both advantages and disadvantages. Some of the advantages include easy transportation and storage, and being a local energy source. However, liquefying and storing LPG also comes with many dangers, primarily due to changing environmental conditions. Gases like LPG are filled into metal cylinders under a certain pressure. Changes in environmental conditions can lead to an increase in the pressure inside the cylinder, which can potentially cause an explosion. The safety components of the cylinder aim to prevent such hazards. These components work by balancing the internal pressure according to changes in environmental conditions. Various parameters need to be calculated to ensure the desired pressure and quantity of discharge through these safety valves. In summary, this study analyzed the spring forces used in the safety design, integrated into the cylinder valve bodies. Different springs were designed and optimized by changing parameters such as spring diameter, installation distance, wire diameter, spring diameter, and wall thickness, and were compared with the existing spring. The spring's behavior, in terms of the desired amount of compression within a certain pressure range, was theoretically calculated. The tolerances of the selected spring were calculated, and technical drawings were created. By making modifications to the product, the volumetric flow rate of the discharged LPG and the forces acting on the spring during flow were calculated using Ansys Fluent software.

Keywords: Cylinder Valves, Flow Analysis, Discharge Capacity, Spring Forces

A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO THE VALORIZATION OF DAIRY INDUSTRY WASTE WHEY

Assoc. Prof. Dr. HASAN CANKURT

Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
hasan.cankurt@yildiz.edu.tr

MECİT MURAT POLAT

Yıldız Technical University, Institute Of Science And Science, Food Engineering
mej1864@hotmail.com

Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ

Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
osagdic@yildiz.edu.tr

Abstract

Whey is a by-product of cheese production. Whey is the liquid, usually yellowish-green in color, that remains after the coagulation process during cheese production. This liquid contains whey proteins, which have many important properties such as emulsification, gel formation, foaming, fat binding and thickening, and has a wide range of uses in the food industry. Whey protein can be used to improve and support people's health due to its rich amino acid content and as a source of dietary nitrogen. Several international studies have focused on how whey can be used in different fields. The food industry, biotechnology and environmental technologies are among the areas where whey can be most utilized. In the food industry, whey can be used in the production of various products to increase nutritional value, improve some physicochemical, textural and sensory properties and as an additive. In the biotechnological field, whey contributes to the development of new biological processes by providing a nutrient medium for microorganisms. When evaluated in terms of the environment, it is understood that it is an important pollutant. Processing and recycling this waste with environmental technologies offers environmentally friendly solutions and supports sustainable production processes. These interdisciplinary applications both increase the efficiency of industrial processes and strengthen environmental sustainability. As a result, the valorization of whey not only provides economic benefits, but can also help solve environmental problems. A combination of industrial efficiency and environmental protection strategies will reinforce the use of whey as a sustainable resource.

Keywords: Whey, Protein, Biotechnology, Environment

THE EFFECTS OF THE USE OF HERBAL FIBERS IN STRAINED YOGURT PRODUCTION ON SOME PROPERTIES OF YOGURT

Assoc. Prof. Dr. HASAN CANKURT

Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
hasan.cankurt@yildiz.edu.tr

Engineer ÖMER KARAKOÇ

Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
omeilkara@gmail.com

HANDE BOYHAN

Yıldız Technical University, Institute Of Science And Science, Food Engineering
handeboyhan@gmail.com

Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ

Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
osagdic@yildiz.edu.tr

Abstract

Concentrated yogurt is a fermented milk product known for its nutritious and long shelf life, whose dry matter content is increased by removing the excess serum of yogurt. In traditional production methods, the consistency, viscosity and textural properties of yogurt largely depend on the type of milk used and the production method. In recent years, the use of plant fibers has been increasing to increase the nutritional value of yogurt and enrich its health benefits. The health benefits of dietary fibers, especially the prebiotic effects of dietary fibers, make yogurt more preferred by consumers. Plant fibers can improve the physical and sensory properties of yogurt. Several studies have shown that fibers, especially inulin and β -glucan, improve the textural properties of yogurt, creating a creamy texture and inhibiting water release. Inulin provides fat substitution and supports gut health through its prebiotic properties. It was also found that the addition of fiber increased the viscosity of yogurt and inhibited syneresis, resulting in a denser and smoother product. Different types of fibers, especially palm, orange and oat fibers, were observed to improve the consistency and sensory properties of yogurt, increasing consumer acceptance. It has been emphasized in many studies that fiber supplementation has positive effects on the rheological properties of yogurt, resulting in a more stable product. In addition, the positive effects of fibers on intestinal health play an important role in the prevention of cardiovascular diseases, obesity and digestive system disorders. As a result, the inclusion of plant fibers in concentrated yogurt production is an important strategy to meet consumer demand by increasing the nutritional value and health functionality of the product.

Keywords: Concentrated Yogurt, Plant Fiber, Inulin, β -glucan

ITALIAN CHEESES IN ALL ASPECTS FROM PRODUCTION TO SALE**Assoc. Prof. Dr. HASAN CANKURT**Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
*hasan.cankurt@yildiz.edu.tr***Engineer ÖMER KERİM GÜL**Yıldız Technical University, Institute Of Science And Science, Food Engineering
*omerkerimgul@hotmail.com***HANDE BOYHAN**Yıldız Technical University, Institute Of Science And Science, Food Engineering
*handeboyhan@gmail.com***Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ**Yıldız Technical University, Faculty Of Chemistry Metallurgy, Food Engineering
*osagdic@yildiz.edu.tr***Abstract**

Italian cheeses are known worldwide for their widespread consumption and unique flavors. This study aims to address the leading Italian cheeses and their production technologies. As a result of an extensive literature review, different cheese groups such as soft, semi-hard and hard cheeses were focused on. Soft cheeses such as Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Burrata are among the most preferred in Italian cuisine, while hard cheeses such as Parmesan have a great reputation worldwide. The production of cheeses is shaped by the unique technology of each cheese. For example, hard cheeses such as Grana Padano are subjected to long ripening processes, while cheeses such as Provolone are produced with different fermentation techniques. Within the scope of the study, detailed information on the production processes of cheeses is provided and production technologies as well as storage and packaging conditions are analyzed. This review also includes interviews with Turkish craftsmen who produce Italian cheeses locally. In this way, both the experiences of local producers are utilized and information on cheese production technologies in Turkey is presented. The study aims to contribute to the production and consumption of Italian cheeses in Turkey. As a result, a detailed examination of the production technologies of Italian cheeses constitutes an important step in harmonizing these cheeses with local production processes and introducing them to consumers.

Keywords: Italian Cheeses, Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Parmesan

MAGNETIC FILTER FOR HEATING SYSTEMS DESIGN AND OPTIMISATION**Expert AYKUT ALP YILMAZ**Ege University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
*AykutYilmaz@valf.com.tr***ARDA IMAMOGLULU**Ege University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
*imamogluarda@gmail.com***MELİH ABUR**Ege University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
*melihabur14@gmail.com***Engineer HALİS OZAN ALTINTAŞ**Eskişehir Osmangazi University, Faculty Of Engineering, Mechanical Engineering
*ozanaltintas94@gmail.com***Abstract**

HVAC systems are one of the essential comfort elements of modern life, and it is crucial to continuously develop innovative solutions to enhance their efficiency and sustainability. Metallic particles that accumulate in plumbing systems cause corrosion due to oxidation, leading to performance loss, system malfunctions, and high maintenance costs in heating systems. To address this issue, magnetic filtration technology effectively removes metallic debris from the water, ensuring the proper functioning of the system. This study includes research and analysis aimed at developing and optimizing the design of magnetic filters. The basic working principle of magnetic filters is to attract metallic particles in the water using strong magnetic fields and remove them from the system. This minimizes the risk of corrosion in heating systems and extends the lifespan of devices. Our design focuses on features that improve the usability of these filters. Specifically, it ensures that filtration can be carried out without reducing the water pressure in closed systems, making installation and maintenance more efficient. Additionally, the filters are designed to be long-lasting, cost-effective, and environmentally friendly. The design includes the development of a structure that provides optimum magnetic field density while not obstructing water flow. As a result, it enables efficient operation of heating systems, energy savings, and a reduction in environmental impact. Based on literature research and design analyses, an optimized magnetic filter solution has been developed. This solution can be effectively used in both industrial and domestic heating systems. Although magnetic filters are not yet widespread in our country, they have become an indispensable part of heating systems in developed countries. Our design offers advantages both in terms of cost and system efficiency, aiming to prevent high maintenance costs and ensure long-term energy efficiency. This innovative solution is expected to spread in Türkiye in the future, making significant contributions to the HVAC industry.

Keywords: Hvac, Heating Systems, Corrosion, Magnetic Filter, Energy Efficiency, Pressure Loss

COMPARISON OF SENSITIVE AND TOLERANT SUNFLOWER (HELIANTHUS ANNUUS L.) GENOTYPES UNDER DROUGHT STRESS FOR EXPRESSION VARIATIONS IN ENR1 AND ENR2 GENES ASSOCIATED WITH FATTY ACID BIOSYNTHESIS

MİNE CEREN AKBULUT

Yıldız Technical University, Institute Of Science And Technology, Molecular Biology And Genetics
minecerenakbulut@gmail.com

Assoc. Prof. Dr. BİRSEN CEVHER KESKİN

TÜBİTAK Marmara Research Center, Life Sciences, Biotechnology
birsen.keskin@tubitak.gov.tr

Assoc. Prof. Dr. ŞENAY VURAL KORKUT

Yıldız Technical University, Faculty Of Arts And Sciences, Molecular Biology And Genetics
senay_vural@yahoo.com

Abstract

Drought stress, besides being one of the most critical environmental stresses that limit crop production, severely affects strategic crops like sunflower (*Helianthus annuus* L.). Two *enr* genes, *enr1* and *enr2*, are involved in the synthesis of fatty acids, the expression levels of which have been studied in the present investigation using drought-tolerant and drought-sensitive sunflower genotypes under severe drought, mild drought, and control conditions. RNA was isolated from frozen leaf tissues and checked for quality using Nanodrop, Qubit, and Bioanalyzer. High-quality RNAs were further used for cDNA synthesis, and the gene expression levels were determined by quantitative real-time PCR (qRT-PCR) analyses. The results indicated the differential regulation of the *enr1* and *enr2* genes, dependent on drought severity and genotype. We demonstrate that, under drought stress, *enr1* and *enr2* might be critical in the different mechanisms of stress response for the tolerant and sensitive genotypes. Interestingly, the positive regulation of *enr2* in the tolerant genotype suggests that it could be a candidate to improve drought tolerance. These results will help improve sunflower breeding programs with genetic information and provide relevant knowledge of the genetic pathways regulating drought tolerance in sunflowers.

Keywords: Sunflower, Drought, Molecular Response To Drought Stress, Fatty Acid Biosynthesis

LONGTERM INVESTIGATION OF NITROGEN DIOXIDE CONCENTRATION IN VARIOUS ISTANBUL STATIONS AND SATELLITE OBSERVATIONS

ERVA NAZ TURHAN

Istanbul Technical University Vocational And Technical Anatolian High School, Information
Technologies, Information Technologies
ervanaz.turhan@gmail.com

ZEYNEP GÖK

İstanbul Technical University, Aircraft And Astronautics, Meteorological Engineering
goka20@itu.edu.tr

RUSUL-AL BAYATİ

İstanbul Technical University, Aircraft And Astronautics, Meteorological Engineering
al-bayayi20@itu.edu.tr

Prof. Dr. HÜSEYİN TOROS

İstanbul Technical University, Aircraft And Astronautics, Meteorological Engineering
toros@itu.edu.tr

Abstract

Nitrogen dioxide (NO₂) is a key air pollutant that significantly affects urban air quality and public health, especially in densely populated regions. This study investigates the trends and variations in NO₂ concentrations in Istanbul, Türkiye, between 2014 and 2023. Using data from ground-based air quality monitoring stations and satellite observations, we examine seasonal and annual variations in NO₂ levels and the influence of meteorological conditions. Additionally, the study evaluates the impact of air quality management policies, such as the introduction of low-emission zones and improvements in public transportation, on NO₂ levels. Our findings indicate that while NO₂ concentrations decreased in the latter part of the period, seasonal fluctuations remained significant, with higher concentrations observed during the winter months. The results underscore the importance of continued policy measures, as well as a focus on meteorological factors, to further reduce air pollution in Istanbul.

Keywords: Nitrogen Dioxide, Pollution, Air Pollution

FULL TEXT PAPERS

In this area, there are full-text papers sent to the ICONIL 2024 AUTUMN congress that meet the conditions of the congress.

TRANSFORMATION OF A MANUFACTURING COMPANY TO A DIGITAL COMPANY INDUSTRY 4.0

Dr. MEHMET TEVFİK ÇOBANOĞLU

Istanbul Okan University, Istanbul/Turkey

mehmet.cobanoglu@okan.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7441-1414

Abstract

It is important to recognize the potential of new digitalized business models as early as possible and then build them up by transforming the companies. Speed and creativity are required. If a completely new business model is not created right away, digitalization should at least make it possible to realize a noticeable increase in efficiency in process handling and sell more products.

Industry 4.0 implementation has been ongoing since 2011 and many companies have started smart factory applications in Europe and the United States. In Turkey, the fact that manpower is cheap compared to the mentioned countries and that there is not enough qualified manpower in this regard causes delays in implementation. We are at the beginning of a "tsunami" that will affect all industrial companies - with high risks, but also with immense opportunities. It can be assumed that everything that can otherwise be doubly networked and automated with the help of digitalization will actually be addressed - it is only a matter of time. It is therefore imperative to completely examine existing and previously proven business models and processes as well as the organizational structure at the beginning of every digitalization consideration. Based on a convincing vision and a business strategy derived from it, the topic of digitalization must then be addressed in depth and with sustainability - not as a one-off project, but as a continuous transformation process.

Since the advantages it will bring in mass production are greater than in order-based production, especially in the highly competitive automobile sector, have made great progress in the implementation of Industry 4.0.

In the article, the planning, steps of implementation and advantages to be gained as a result of the transition to Industry 4.0 technologies planned to be implemented in a company manufacturing domestic and commercial water and space heating systems in Turkey will be examined and a comparison will be made with other sectors.

Keywords: Industry 4.0, Smart Factory; Mass Production, Transformation, Industry 4.0 Technologies

1. INTRODUCTION

Within the scope of Industry and University cooperation, the current strategy, business models, production processes, customer relations, dealer relations, product development, marketing, human resources, quality and logistics processes and especially the current production processes of XXX COMPANY production facility and commercial activities will be examined and recommendations will be made on what to do for optimal efficiency from an Industry 4.0 perspective.

The possible added value of all these suggestions will also be shown qualitatively.

After understanding the current position in XXX COMPANY, it is to develop suggestions to ensure efficiency in the production and sales of XXX COMPANY and to ensure a net income increase.

For this purpose, first of all, XXX COMPANY production facility machine park and positioning, physical conditions will be examined, factors in terms of efficiency in the continuation of such a production will be analysed and the necessary production line positioning (new production line) and modernization / digitalization needs will be determined.

Determining the needs for XXX COMPANY's Industry 4.0 digital transformations and especially the issues to be considered in the investment to be made in case of planning the establishment of a new production facility, the effects of the use of new technology and the positioning of production lines on the increase in efficiency will be determined as a result of this study we will conduct.

Naturally, all of these will be provided by taking into account the economic and commercial conditions of Turkey, human resources and cultural structure, as well as the resources and experience that XXX COMPANY has.

2. INDUSTRY 4.0

In the concept of Industry 4.0, the Internet of Things (IoT) shall be used for the development of so-called smart products. Sub-components of the product are equipped with their own intelligence. Added intelligence is used both during the manufacturing of a product as well as during subsequent handling, up to continuous monitoring of the product lifecycle

Industry 4.0 is essentially a goal and aims to bring together information technologies and all vital mechanisms. In Industry 4.0, which is based on the principle that the systems are in communication with each other, the machines will be able to communicate with each other, analyse the data and inform the people when necessary. While all this is happening, the system will work with less cost, produce more quickly and have a functioning with very little waste.

The first industrial revolution took place in the late 18th century. It is the period when machine production and factory production are started. The second industrial revolution took important place in the beginning of 20th century. It is a period of mass production with electrical energy. The third industrial revolution took place in the late 20th century. It is a period when analog systems are digitalized. The fourth industrial revolution, that is, industry 4.0, took place in the present times, in the early 21st century. It is the period of production with cyber-physical systems.

Industry 4.0 is essentially a goal and aims to bring together information technologies and all vital mechanisms and offers a holistic approach to production. It connects the physical to digital and provides better collaboration and access between departments, vendors, products and people. In Industry 4.0, which is based on the principle that the systems are in communication with each other, the machines will be able to communicate with each other, analyse the data and inform the people when necessary. While all this is happening, businesses will control processes thoroughly, the system will work at less cost, produce faster, work with very little waste, and benefit from instantaneous data to increase productivity, improve processes and increase growth.

The Properties of Industry 4.0:

In order to preferably implement Industry 4.0, the following three key features should be considered: (1) horizontal integration through value networks, in order to facilitate an internal cooperation (2) vertical integration and networked manufacturing systems, in order to create a flexible and adaptable manufacturing systems and (3) end to end digital integration of engineering across the entire value chain, to enable customization of the product.

The Figure 1 illustrates the relationship of three kinds of integration. The horizontal integration across companies and the vertical integration of a production inside the plant are two basic building blocks for engineering integration across processes. This is because the product life cycle involves several stages that should be performed by different companies. [1,2,3,4]

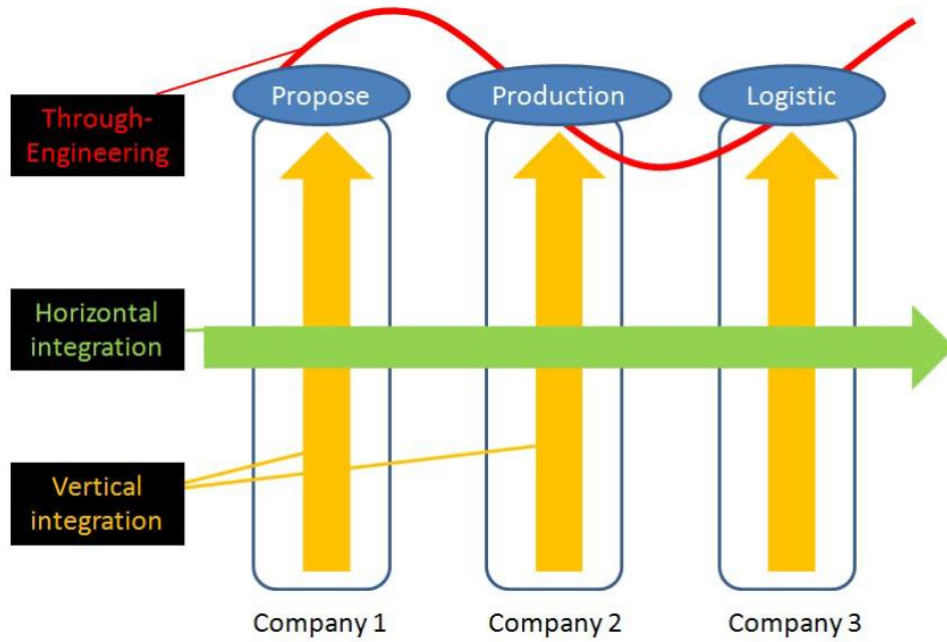


Figure 1. Integration through Industry 4.0 [5]

Figure 2 shows the differences between a traditional factory that produces conventionally and a smart factory that produces with digital industry 4.0. These differences will be taken into consideration in the analysis to be carried out in the XXX Company and in the digitalization that will be applied.

Number	Smart factory production systems	Traditional production line
1	Diverse Resources. To produce multiple types of small-lot products, more resources of different types should be able to coexist in the system.	Limited and Predetermined Resources. To build a fixed line for mass production of a special product type, the needed resources are carefully calculated, tailored, and configured to minimize resource redundancy.
2	Dynamic Routing. When switching between different types of products, the needed resources and the route to link these resources should be reconfigured automatically and on line.	Fixed Routing. The production line is fixed unless manually reconfigured by people with system power down.
3	Comprehensive Connections. The machines, products, information systems, and people are connected and interact with each other through the high speed network infrastructure.	Shop Floor Control Network. The field buses may be used to connect the controller with its slave stations. But communication among machines is not necessary.
4	Deep Convergence. The smart factory operates in a networked environment where the IWN and the cloud integrate all the physical artifacts and information systems to form the IoT and services.	Separated Layer. The field devices are separated from the upper information systems.
5	Self-Organization. The control function distributes to multiple entities. These smart entities negotiate with each other to organize themselves to cope with system dynamics.	Independent Control. Every machine is Pre programmed to perform the assigned functions. Any malfunction of single device will break the full line.
6	Big Data. The smart artifacts can produce massive data, the high bandwidth network can transfer them, and the cloud can process the big data.	Isolated Information. The machine may record its own process information. But this information is seldom used by others.

Figure 2. Technical features of smart factory compared with the traditional factory.

2. PROJECT STEPS

The phases to be carried out within the scope of the XXX COMPANY INDUSTRY 4.0 PROJECT will be defined as separate projects if requested, and at the end of the completed project phase, it will be decided to carry out the other phase.

2.1. Phases

Phase I: Analysis

- a. Analysis of Digitalization (Industry 4.0) Experience Indicators:
- b. Analysis of the Elements of the Digitalization (Industry 4.0) Strategy □
- c. Market, Customer and Company analysis

Phase II: Strategy

- a. Company strategy and Digitalization (Industry 4.0) Strategy Alignment
- b. Description of the Industry 4.0 Application Strategy

III. Phase: Suggestions and Added Values for Industry 4.0 Implementation Steps

2.1. Phase I

Analysis of Digitalization (Industry 4.0) Experience Indicators:

- Examination of the current business model (CANVAS) implemented in XXX COMPANY and does it currently meet the needs? What are the digitalization potentials? What are the added values for the company, dealers and customers?
- What are the current capabilities in XXX COMPANY? What are the required digital capabilities?
- Determination of Production Lines, Products and common denominators between them
- What are automation applications?
- What is the vertical and horizontal integration structure?
- Local decentralized, smart, decentralized managements,
- Digital engineering applications
- Digital applications in the supply network
- Digital applications in Technical Service
- Digital applications in the dealer network and
- Cyber-physical production systems applications

Analysis will be made. During this analysis, the issue of how it should be in a new factory will also be taken into consideration.

With this analysis to be made for each product category, XXX COMPANY's Digitalization Index will be revealed. Within the scope of the current situation analysis, operating models (Business Model) will be examined, and the organizational structure and processes will be examined through the lens of digitalization.

For example;

Analysis of the Stakeholders of the Digitalization (Industry 4.0) Strategy:

C Model (C1=Competitor, C2=Client; C3=Company)

C1= Market and Competitor Analysis: Based on product portfolios, the market positions of competing companies and Industry 4.0 applications

- Can competitors increase their market shares with digitalization?

- Could there be new competitors?
- Will the product market change?
- Are digital business models valid for XXX COMPANY?

C2=Customer Portfolio: XXX COMPANY customers will be analysed and customer relations, customer retention and acquisition strategies will be investigated and their applications will be investigated

C3= XXX COMPANY's structure will be investigated and the current process map, IT map, product portfolio will be systematically created

2.2. Phase II

Digitalization (Industry 4.0) Strategy Definition within the framework of the company strategy

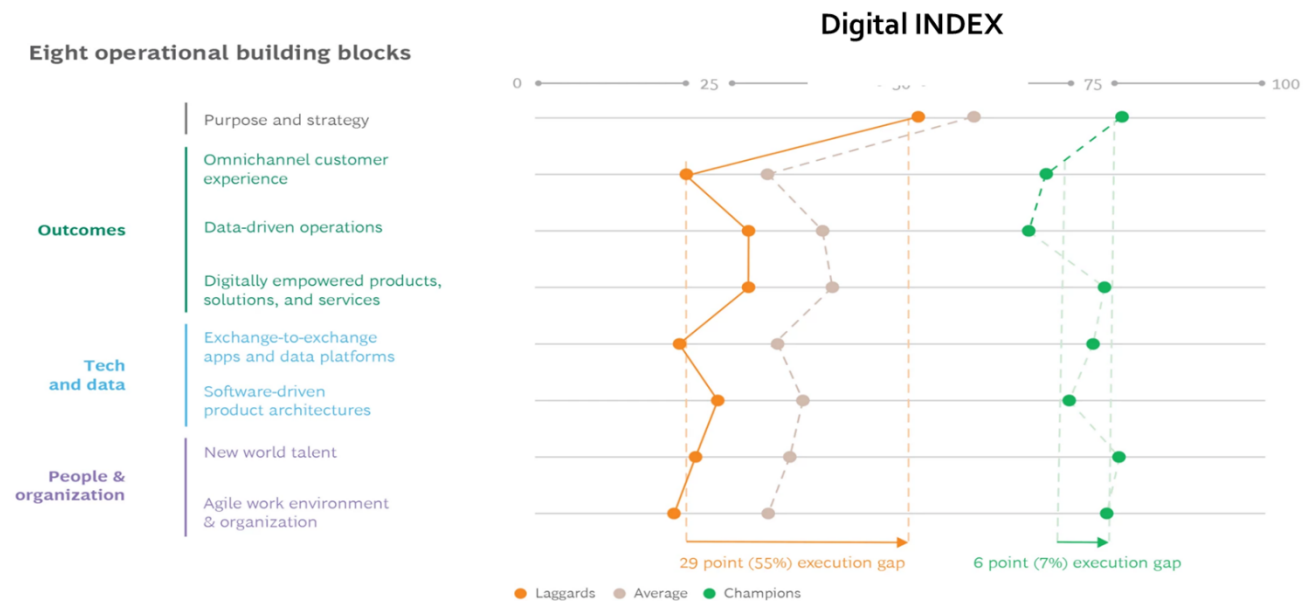
As a result of the current situation analysis, XXX COMPANY's position on Digitalization (Industry 4.0) will be determined.

These are, respectively

- Using more potential with existing technology, (Improvement)
- Improving processes and products using existing technology, (Transformation)
- Maintaining the current situation or (continuing on the same path)
- Finally, embarking on a very new path (new business model)

As seen in Figure 3, digital applications in the examined sections are examined and compared with ideal digital applications to reveal the difference. Here, the priority digitalization sections are determined by taking into account how the section represents a bottleneck for the company, the cost of the investment to be made, and the financial advantages that the improvement will bring.

RESULT OF ANALYSIS (EXAMPLE)



Source: DCS Digital Acceleration Index.

Figure 3. Digital Landscape of Company. [8].

Description of Industry 4.0 Application Strategy

This phase will include strategy suggestions on how the company should follow. The measures to be taken in the next phase will be shaped according to this strategy definition.

2.3. Phase III

Suggestions and Results for Industry 4.0 Application Steps

This step will define the steps of XXX COMPANY to move to Digitalization (INDUSTRY 4.0) according to the results obtained.

In this phase, different project definitions will be made and the steps of the transition to Industry 4.0 will be concretized and a roadmap will be drawn.

3. CONCLUSION

The application example of XXX COMPANY for the development of an Industry 4.0 strategy shows how extensive the topic can be from a strategic point of view and how many different aspects and levels of consideration must be taken into account. However, the procedure presented for developing an Industry 4.0 strategy is not a "must": Of course, companies can concentrate on certain aspects of production and optimize them on the basis of Industry 4.0 technologies within the framework of small, manageable projects. However, the project shows that if companies want to implement Industry 4.0 strategically in a consistent and stringent manner, this is a very complex, far-reaching undertaking that must be carefully planned and thought through in relation to the various levels of consideration. This then ensures that it is embedded in the corporate strategy and the opportunity for a business model expansion is preserved.

4. REFERENCES

- [1] Robert E. Lucas, Jr. (2002). Lectures on Economic Growth. Cambridge: Harvard University Press. pp. 109–10. ISBN 978-0-674-01601-9.
- [2] S. Muntone, "Second Industrial Revolution". Education.com. The McGraw-Hill Companies. Retrieved 14 October 2013.
- [3] J. Rifkin, The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy and the world. 1st ed. New York: Palgrave Macmillan, 2011, 291 s. ISBN 9780230115217.
- [4] J. Schlick, P. Stephan, M. Loskyll, and D. Lappe, 2014: Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, 57–84.
- [5] KOSTIGEN, Thomas. The green blue book: the simple water-savings guide to everything in your life. New York, c2010.
- [6] SAP AG, "How to Prepare for the Fourth Industrial Revolution".
Online: http://global.sap.com/community/ebook/2013_11_28302/enUS/index.html#/page/1
- [7] B. Evjemo, S. Akselsen, D. Slettemeas, A. Munch-Ellingsen, A. Andersen, and R. Karlsen. "I Expect Smart Services!" User Feedback on NFC Based Services Addressing Everyday Routines [online]. s. 118 [cit. 2015-12-07]. DOI: 10.1007/978-3-319-19743-2_18.
- [8] BSG Digital Acceleration INDEX

METASEZGİSEL BİR ALGORİTMA İLE KANAT PROFİLİ OPTİMİZASYONU VE ANALİZİ

Arş. Gör. TEVFİK ERKİN

Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği Bölümü
tevfikerkin@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2210-7058

ENGİN DURMUŞ

2. Hava Bakım Fabrika Müdürlüğü
40143300205@erciyes.edu.tr

Doç. Dr. SELÇUK ASLAN

Erciyes Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği Bölümü
selcukaslan@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9145-239X

Özet

Hava araçları ve endüstriyel uygulamalarda faydalanan kanat yapılarında önemli bir yere sahip olan maksimum taşıma ve minimum sürüklenme isteri, sürdürülebilir çevre, enerji ve mali giderlerin azaltılabilmesi için son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Sivil ve askeri alanlarda yaygın olarak kullanılan hava araçları ve rüzgâr türbini gibi endüstriyel uygulamalarda faydalanan sistemlerde temel teşkil eden kanat profili üzerine yürütülen optimizasyon çalışmaları, profil tasarım konseptini tamamıyla değiştirme veya mevcut tasarımları daha iyi hale getirme yöntemleriyle devam ettirilmektedir. Yapılan bu çalışmanın amacı NACA2411 kanat profilinin taşıma katsayısının sürüklenme katsayısına olan oranının metasezgisel yöntem kullanılarak maksimize edilmesidir. Bunun için kanat profili öncelikle Parametrik Bölümlleme (PARSEC) ile parametrik forma dönüştürülmüş, Girdap Panel yaklaşımı ile ayırık hale getirilmiş ve en son adımda Genetik Algoritma (GA) ile optimize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar GA tekniğinin kanat profili optimizasyonundaki pozitif katkısını ve kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: PARSEC, Girdap Panel Yöntemi, Genetik Algoritma

AIRFOIL OPTIMIZATION AND ANALYSIS WITH METAHEURISTIC ALGORITHM

Abstract

The requirements for maximum lift and minimum drag, which have an significant part in the airfoil structures used in aircraft and industrial applications, have come to the forefront for sustainable environment, energy and financial cost reduction recently. Optimization studies on the airfoil, which is widely used in civil and military aerial vehicles and industrial applications such as wind turbines, are carried out with the methods of completely changing the profile design concept or enhancing existing designs. The object of this study is to maximize the lift to drag ratio of the NACA2411 airfoil using the metaheuristic algorithm. The airfoil is firstly transformed into parametric form by Parametric Section (PARSEC), discretized by Vortex Panel approach and optimized by Genetic Algorithm (GA) in the last step. The results obtained demonstrated the positive contribution of the GA technique in airfoil optimization and its feasibility.

Keywords: PARSEC, Vortex Panel Method, Genetic Algorithm

1. GİRİŞ

Havacılık, sürekli olarak daha verimli, çevre dostu ve ekonomik tasarımlara ihtiyaç duyan, yenilikçi teknolojilerin ön planda olduğu bir alandır. Hava araçları ve rüzgâr türbini gibi endüstriyel tasarımlardaki kritik unsurlardan biri olan kanat profili, görev performansı, enerji verimliliği ve karakteristik aerodinamik özellikler üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Sabit kanatlı bir hava aracı göz

önüne alındığında, çoklu ve birbiriyle dolaylı veya doğrudan ilişkili alt sistemlerden oluşan bu sistemin tasarım süreci oldukça zordur. Rüzgâr türbini göz önüne alındığıdaysa taşımanın sürüklemeye oranının yüksek olması sayesinde çok daha düşük rüzgar akımlarında dahi türbinin dönmesi sağlanarak enerji üretim miktarı artırılabilir. Kanat profillerinin farklı sektörlerdeki yaygın kullanımı her alandan araştırmacıyı bu alanda çalışma yapmaya itmiştir. Rüzgar türbinlerinin hücum kenarları üzerinde oluşan kirliliğin enerji üretim verimliliği üzerindeki etkisi Hansen tarafından incelenmiş ve hücum kenarı kirlenmesine bağlı performans kayıplarını önleyici şekil optimizasyon çalışmasını yürütmüştür (Hansen, 2018). Tasarlanan yeni profilin performansı bu alanda kullanılan ve verimliliği kanıtlanmış kanat profilleri referans alınarak XFOIL uygulaması üzerinde analiz edilmiştir (Hansen, 2018). Elde edilen sonuçlar üretilen yeni profillerin etkinliğinin referans tasarımlar ile aynı veya üzerinde olduğunu ispatlamıştır (Hansen, 2018). Rüzgar türbin kanadı üzerine bir diğer çalışma Song ve ark. tarafından gerçekleştirilmiştir (Song et al., 2022). Bu çalışmada NACA0012 kanat profili seçilmiş ve taşımanın sürüklemeye olan oranını artırıcı yönde makine öğrenmesine dayalı iyileştirme yapılmaya çalışılmıştır (Song et al., 2022). Li ve ark. ses altı ve transonik rejimlerde görev yapan profiller için tasarım parametrelerini indirgemek ve daha hızlı profil şeklini optimize etmek amacıyla kamber ve kalınlığa bağlı yeni bir gradyen temelli yöntem tanıtmışlardır (Li et al., 2018). Derin sinir ağı modeli ile kanat profili optimizasyon çalışması Lou ve ark. tarafından tamamlanmıştır (Lou et al., 2023). Modelin eğitimi için 4800 profil verisi kullanılmış, sonuçlar optimize edilen profilin taşıma-sürükleme oranında %71.46 iyileşme olduğunu göstermiştir (Lou et al., 2023). Sürekli uzayda tasarım kısıtı olmaksızın çok amaçlı optimizasyon çalışması yürüten Sheikh ve ark. genetik algoritmadan faydalanan Design-by-Morphing (DbM) yöntemi ile iki boyutlu kanat profili tasarım ve analizini gerçekleştirmiştir (Sheikh et al., 2023). Başka bir çalışmada adaptif ve sabit parametrisasyon yöntemleri kullanılarak şok dalgaları, akış ayrılımları ve gradyen kaynaklı hataları azaltan, bu sayede optimum geometriye yakınsayan yeni bir yaklaşım literatüre kazandırılmıştır (He et al., 2019). Metasezgisel bir yöntem olan Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) ile kanat profili optimizasyon çalışmaları Mirjalili ve ark. ile yürütülmüştür (Mirjalili et al., 2020).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde geleneksel optimizasyon yöntemleri, bu tür çok boyutlu ve doğrusal olmayan problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır. Metasezgisel algoritmalar, esnek yapıları ve küresel optimuma yakınsayabilme kabiliyetleri sayesinde, özellikle bu tür karmaşık mühendislik problemlerinde etkili bir çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada, Genetik Algoritma (GA) adıyla literatürde yer alan ve bir metasezgisel algoritma olan yöntem kullanılarak kanat profili optimizasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. 2. Bölümde çalışmanın yöntemi, genetik algoritmanın teorisi, PARSEC parametrisasyon yöntemi anlatılmış, 3.Bölümde deneysel çalışma detay ve sonuçlarına değinilmiş ve son bölümde elde edilen çıktılar yorumlanarak öneriler ile tamamlanmıştır.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

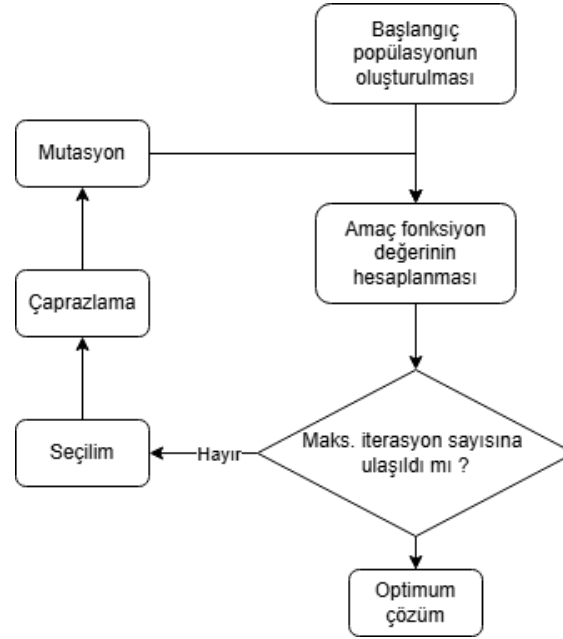
Hava araçlarının ve rüzgar türbinlerinin kullanım oranının artması, farklı sektörler ve görevler için çoklu amaca hizmet edebilecek yenilikçi ve verimli kanat profili tasarımlarına duyulan ihtiyacı artırmıştır. Her ne kadar mevcut NACA profilleri tasarımlar için yeterli görünsede iyileştirilebilir forma sahiptirler. Metasezgisel algoritmalar klasik optimizasyon tekniklerine kıyasla süresiz ve doğrusal olmayan problemleri çözebilme, yerel minimumlardan kaçınma, türevlenebilir ve konveks yapıda olmayan gerçek hayat problemlerine uygulanabilme özellikleriyle ön plana çıkarak araştırmacılar arasında popüler hale gelmiştir (Ghaemi et al., 2022). En Dik İniş, Eşlenik Gradyen ve Newton metodu gibi klasik optimizasyon yöntemleri genellikle, basit optimizasyon problemleri için etkili çözümler sunmaktadır (Erkin & Aslan, 2023). Ancak gerçek mühendislik problemlerinin karmaşık yapısı, klasik optimizasyon yöntemlerinin bu sorunları çözememesine veya kabul edilebilir süreler içerisinde çözememesi ile sonuçlanmıştır. Bu nedenle birçok araştırmacı, karmaşık optimizasyon problemlerini kabul edilebilir hesaplama süresi içinde en az maliyet ile çözmek için metasezgisel algoritmalarından yararlanmıştır (Aslan & Demirci, 2020).

Metasezgisel algoritmaların avantajları göz önüne alındığında kanat profili optimizasyon probleminin bu yöntemlerden faydalananarak çözümlenebileceği anlaşılmaktadır. Kanat profili optimizasyonu için öncelikle geometrinin matematiksel formda ifade edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla PARSEC 11 haneli parametrisasyon yönteminden faydalanılacaktır. Girdap Panel Yöntemi ve GA birlikte

kullanılarak optimum kanat profili elde edilecektir. Üretilen sonuçlar ve referans geometri verileri karşılaştırılarak iyileşme oranı tespit edilecektir.

2.1. Genetik Algoritma

Evrım teorisinden esinlenerek tasarlanmış popülasyon temelli bir metasezgisel algoritma olan GA, sonsuz çözüm uzayını tarama işlemini belirli sayıda aday çözüm barındıran popülasyonların, nesiller olarak ifade edilen çevrimler boyunca genetik operatörler aracılığıyla değişime uğraması ile gerçekleştirmektedir (Liu, 2022). Ayrık ve sürekli optimizasyon problemlerinin çözümü için yaygın kullanılan GA, başlangıç popülasyonunun oluşturulması, seçim, çaprazlama ve mutasyon olmak üzere dört adım ile optimizasyon sürecini tamamlamaktadır (Shivgan & Dong, 2020).

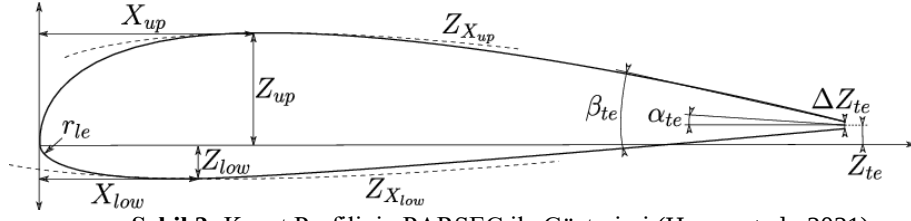


Şekil 1: Genetik Algoritma Süreç Şeması

Optimizasyon sürecinin ilk adımında başlangıç popülasyonunun rastgele oluşturulması yer almaktadır (Alhijawi & Awajan, 2024). Bu popülasyondaki her birey, problem için olası bir çözümü temsil etmekte ve amaç fonksiyonu yardımıyla uygunlukları değerlendirilmektedir (Alhijawi & Awajan, 2024). Amaç fonksiyon değerine bağlı olarak, daha yüksek başarı sağlayan bireyler bir sonraki nesli veya yeni aday çözümlerin oluşturulabilmesi için seçilmekte ve bu bireylerin genetik bilgileri çaprazlama yöntemiyle birleştirilerek yeni bireyler üretilmektedir (Alhijawi & Awajan, 2024). Çözüm uzayını daha geniş bir şekilde araştırmak amacıyla, yeni nesildeki bireylerin genlerinde rastgele değişiklikler yapılmakta ve bu süreç mutasyon olarak adlandırılmaktadır (Alhijawi & Awajan, 2024). Elde edilen yeni bireyler, popülasyonu oluşturan bir sonraki nesli meydana getirmekte ve süreç belirlenen durdurma kriterine kadar devam etmektedir (Alhijawi & Awajan, 2024). Böylece GA evrimsel bir süreçle optimum veya optimuma yakın çözümler elde etmeye çalışmaktadır.

2.2. PARSEC Parametrizasyon Yöntemi

PARSEC (Parametric Section) yöntemi, kanat profillerinin geometrik şekillerini parametrik olarak tanımlamak için geliştirilmiş bir yöntemdir (Belda & Hyhlík, 2024). Bu yöntem, kanat profillerini belirli geometrik özellikler ve bunlara karşılık gelen parametreler aracılığıyla ifade ederek aerodinamik optimizasyon süreçlerini kolaylaştırmaktadır. PARSEC yöntemi, kanat profili üzerinde kritik noktalara dayalı bir parametrizasyon yaklaşımı sunmanın yanı sıra profilin simetri çizgisi altında ve üstünde yer alan yüzeylerin detaylı tasarımlarının gerçekleştirilebilmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 2: Kanat Profiline PARSEC ile Gösterimi (Hoyos et al., 2021)

PARSEC metodu, kanat profilini Tablo 1’de gösterimleri, tanım ve açıklamaları verilen toplam 11 farklı parametre ile tanımlamaktadır. Bu parametreler, profilin hem aerodinamik hem de yapısal performansını etkileyen temel geometrik özellikleri temsil etmektedir.

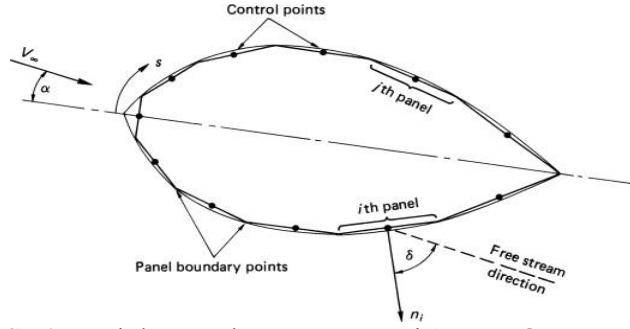
Tablo 1: PARSEC Parametreleri

Sembol	Anlamı
r_{le}	Ön Kenar Yarıçapı
α_{te}	Arka Kenar Yönü
β_{te}	Arka Kenar Kama Açısı
Z_{te}	Arka Kenar Koordinatı
ΔZ_{te}	Arka Kenar Kalınlığı
X_{up}	Üst Yüzey İçin Maksimum Kalınlığın Yeri
X_{lo}	Alt Yüzey İçin Maksimum Kalınlığın Yeri
$Z_{X_{up}}$	Maksimum Kalınlık Konumlarında Üst Yüzey İçin Eğrilik
$Z_{X_{lo}}$	Maksimum Kalınlık Konumlarında Alt Yüzey İçin Eğrilik
Z_{up}	Üst Yüzey İçin Maksimum Kalınlık
Z_{lo}	Alt Yüzey İçin Maksimum Kalınlık

2.3. Girdap Panel Metodu

Dış akışın geometri üzerindeki etkilerinin analiz edilebilmesi için tarihsel süreç içerisinde farklı yöntemler geliştirilmiştir. Girdap Panel veya Panel Metodu önerilen bu yöntemler içerisinde basitliği, hızlı çözüm yeteneği ve doğrulanabilirliği ile ön plana çıkmaktadır (Yuvaraj et al., 2024). Potansiyel akış teorisinin temelini oluşturduğu bu yöntem, akışın sıkıştırılmaz, viskozitesiz ve girdapsız olarak kabul edildiği ideal akış ortamında ve düşük hücum açılarında iki boyutlu kanat profili analizi için de kullanılabilir (J. S. Carlton, 2012). Girdap panel yaklaşımı sayesinde profilin taşıma (C_l) ve sürüklenme (C_d) katsayıları hesaplanabilmektedir.

Şekil 3’te görüleceği üzere öncelikle geometrinin panelleştirilmesi veya panelizasyonu tamamlanmalıdır. Bunun için kanat profili yüzeyi N_{panel} sayıda çok küçük düz parçalara veya panellere bölünerek problem ayrık problem haline getirilir. Bu sayede hesap yapılması gereken sonsuz nokta yerine belirli sayıda düzlem edilmektedir.



Şekil 3: Girdap Panel Çözüm Yöntemi (J. S. Carlton, 2012)

Her bir panel üzerinde panelin orta noktasını temsil eden kontrol noktası, panelin başlangıç ve bitiş (sınır) noktalarını niteleyen panelin uç noktaları belirlenir ve bu paneller için uzunluk ve eğim değerleri bulunur (J. S. Carlton, 2012). Bu paneller üzerindeki akışın neden olduğu girdap yoğunlukları ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Bunun için Eşitlik 1’de V , panel üzerindeki toplam hız vektörü, n ise toplam hızın panel yüzeyine dik bileşeni olmak üzere kontrol noktalarında geçerli normal hız sıfır olarak tanımlanmaktadır (J. S. Carlton, 2012). Bu sınır şartı sayesinde panel üzerinde doğrusal denklem sistemlerinden faydalanılabilmektedir.

$$V_n = V \times n = 0 \quad (1)$$

Her bir panel üzerindeki hız değeri, hesaplandıktan sonra Bernouilli denkleminde türetilen Eşitlik 2’den faydalanılarak basınç dağılımlarına dönüştürülmektedir. Burada P_∞ serbest akış basıncını, ρ akışkanın yoğunluğunu, V_∞ serbest akış hızını, P panel üzerindeki yerel basıncı, V panel üzerindeki yerel hız değerini göstermektedir. Eşitlik 2 sayesinde Eşitlik 3’te yer alan basınç katsayısı (C_p) hesaplanmaktadır.

$$P_\infty + \frac{1}{2}\rho V_\infty^2 = P + \frac{1}{2}\rho V^2 \quad (2)$$

$$C_p = 1 - \left(\frac{V}{V_\infty}\right)^2 \quad (3)$$

Taşıma katsayısı alt ve üst yüzeyler arasındaki basınç farkıyla hesaplanabilir. Eşitlik 4 incelendiğinde kanat profili veter hattı (c) boyunca yerel basınç katsayılarının integrasyonu sonucu elde edildiği görülmektedir. Ayrıca sürüklenme katsayısı, taşıma katsayısına bağlı olarak, AR açıklık oranı ve e Oswald verimlilik faktörü olmak üzere Eşitlik 5 ile bulunmaktadır.

$$C_l = \int_0^c (C_{p,alt} - C_{p,üst}) \frac{dx}{c} \quad (4)$$

$$C_d = \frac{C_l^2}{\pi AR e} \quad (5)$$

3. UYGULAMA

GA ile optimizasyon işleminin yapılabilmesi için öncelikle amaç veya uygunluk fonksiyonunun tanımlanmasına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada Girdap Panel yönteminden faydalanılarak Eşitlik 6’da görüleceği üzere kanat profilinin taşıma katsayısının (C_l) sürüklenme katsayısına (C_d) oranı şeklinde bir amaç fonksiyonu tanımlanmıştır.

$$f = \frac{C_l}{C_d} \quad (6)$$

Popülasyondaki her bir birey problemin olası bir çözümü olan bir kanat profilini temsil etmektedir. Bu problem için PARSEC yönteminden faydalandığından her bir birey 11 farklı parametre içermektedir. Bireylerin amaç fonksiyon değeri Eşitlik 6 kullanılarak hesaplandıktan sonra en kaliteli çözümler belirlenmektedir. Çalışmanın hedefi, amaç fonksiyon değerini (f) maksimize etmek olduğu için, GA temelinde yer alan doğal seçim mekanizması en iyi çözümler içerisindeki en yüksek amaç fonksiyon değerine sahip iki bireyi diğer bir ifade ile kanat profilini bir sonraki nesli üretmek için seçmektedir. Belirlenen bu bireyler çaprazlanarak, sahip oldukları parametrelerden avantajlı olanlarla birleştirilmektedir. Üretilen yeni nesil bireylerin parametreleri mutasyona uğratarak bu değerler değiştirilmektedir. Bu sayede ata neslin iyi yönlerini içeren fakat mutasyon ile daha üstün özellik barındırabilecek yeni bireyler elde edilmektedir. Sonuç olarak kanat profillerinin her yeni nesilde daha verimli hale gelmesi beklenmektedir.

Amaç fonksiyonunun tanımlanmasının ardından GA kontrol parametreleri olan çaprazlama oranı, popülasyon büyüklüğü, mutasyon oranı ve nesil sayısı değerlerinin kanat profil optimizasyon problemi için ayarlanması gerekmektedir. Çözüm kalitesi ve çözüm süresi üzerinde önemli parametrelerden biri olan popülasyon büyüklüğü en iyi sonuç için ayarlanmalıdır (Grefenstette, 1986). Popülasyondaki birey sayısının fazla olması çözüm çeşitliliğini dolayısıyla algoritmanın daha iyi sonuç üretebilme ihtimalini artıracak düşünülebilir. Fakat optimum popülasyon büyüklüğünden sonra bu değerin daha da artırılması algoritmanın çalışma süresini uzatacağı, araştırma adımı daha fazla evalasyon tüketerek mevcut çözümlerden yararlanma evresinde yeterli hesaplama yapamayacağından çözüm kalitesi iyileşmek yerine kötüleşebilecektir. Bu durumun tam tersi için algoritma yeterli çözüm çeşitliliği oluşturmadığından benzer kalitede çözümler etrafında araştırmasını tamamlayacak ve faydalanma adımı sonrasında da yeni jenerasyonda yer alan bireylerin genomları veya çözüm kaliteleri ata bireylere oldukça benzer olacaktır. Bu amaçla popülasyon büyüklüğünün çözüm kalitesi üzerindeki etkisini analiz edebilmek ve optimum değeri tespit edebilmek için bir ön çalışma yapılmıştır. NACA2411 kanat profili optimizasyonu için sadece popülasyon büyüklüğü değeri değiştirilerek bu değerin çözüm kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tablo 2’de yer alan sonuçlar, popülasyon büyüklüğünün optimum olabilecek değerden daha yüksek veya düşük belirlenmesinin üretilen sonuç kalitesi ve yürütme zamanı üzerinde olumsuz etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca diğer parametreler için literatürde yaygın kullanıma sahip olan değerler incelenmiş, 1000 evalasyon sonucu elde edilen optimum kontrol parametre değerleri Tablo 3’te sunulmuştur. Çalışma sonucunda popülasyon büyüklüğü 40, mutasyon oranı 0.35, çaprazlama oranı 0.7 ve nesil sayısı 30 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2: Popülasyon Büyüklüğünün Çözüm Kalitesi Üzerine Etkisi

Popülasyon Büyüklüğü	30	40	50
En iyi CI/Cd	4.576	4.763	4.368
En kötü CI/Cd	4.001	3.993	3.986
Standart Sapma	0.186	0.250	0.142
Ortalama	4.119	4.235	4.1617

NACA2411 kanat profili geometrisi Tablo 3’te verilen GA konfigürasyonu ve Girdap Panel yöntemi kullanılarak Tablo 4’te verilen akış koşulları altında optimize edilmiştir. Girdap panel yöntemi başlangıcında profil yüzeyi 200 panel ile bölümlenerek problem sürekli halden ayrık hale dönüştürülmüştür. Üretilen yeni geometrilere ait taşıma, sürüklenme katsayısı ve hücum açısı – taşıma katsayısı değişim grafiği, standart profile ait verilerle karşılaştırılmıştır.

Tablo 3: GA Kontrol Parametre Değerleri

Özellikler	Değerler
Popülasyondaki Birey Sayısı	40
Mutasyon Oranı	0.35

Çaprazlama Oranı	0.7
Nesil Sayısı	30

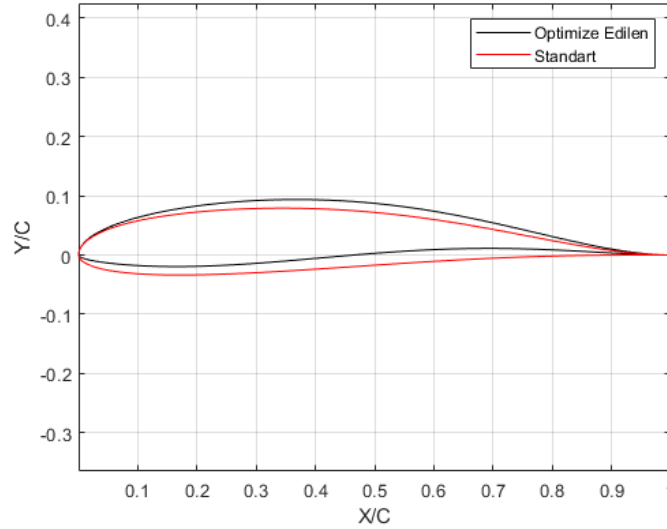
Tablo 4: Analiz Koşulları

Kanat Profili	Hava Sıcaklığı	Kinematik Viskozite	Reynolds Sayısı	Hücum Açısı
NACA2411	20°	0.000015 m ² /s	200000	7°

Tablo 4'te yer verilen sonuçlar incelendiğinde, profilin standart haline ait 7 derece hücum açısında C_l/C_d oranının 3.968 olduğu, buna karşın optimize edilmiş profilin en iyi oranının 4.763 değerine ulaştığı görülmektedir. En iyi senaryoda GA, profilin standart versiyonunu yaklaşık %20.04 oranında iyileştirebilmiştir. Optimizasyon sonucu elde edilen en kötü orana sahip kanat profili ile standart hali karşılaştırıldığında dahi %0.63 daha iyi bir tasarım olduğu görülmektedir.

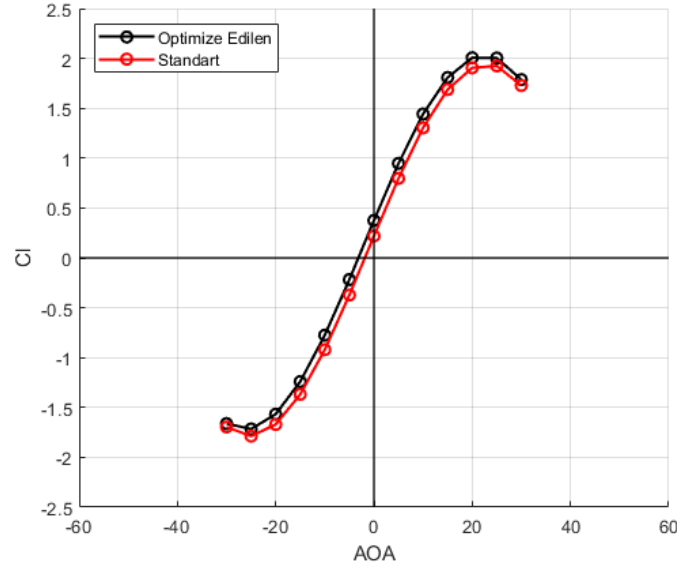
Tablo 5: Analiz Sonuçları

En iyi C_l/C_d	4.763
En kötü C_l/C_d	3.993
Standart Sapma	0.250
Ortalama	4.235
Standart C_l/C_d	3.968



Şekil 4: NACA2411 Kanat Profili Standart ve Optimize Edilmiş Hali

Optimizasyon sonucu kanat profilinde meydana gelen değişim Şekil 4 ile gösterilmiştir. Y ekseninde profil yüksekliğinin veya kalınlığının veter uzunluğuna (c) oranı, X ekseninde ise hücum kenarından ölçülen uzaklığın veter uzunluğuna oranına yer verilmiştir. Profilin yeni hali incelendiğinde kamburluk oranının arttığı ve maksimum kamburluk konumunun firar kenarına kaydığı gözlenmiştir.



Şekil 5: C_l vs. Hücüm Açısı Grafiği

Hücüm açısı karşısında taşıma katsayısı değişim grafiği Şekil 5 ile gösterilmiştir. Bu analiz sayesinde yeni profilin sadece 7 derece hücüm açısında değil, farklı hücüm açılarında da verimli olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ

Kanat profilleri dikey itki olmaksızın havada kalabilen tüm hava araçlarının verimli ve etkili bir şekilde uçuşlarını sürdürebilmesi, motor ünitelerinde gereken itkiyi oluşturarak gerekli itkiyi oluşturmada ayrıca rüzgar türbinlerinde enerji üretimi amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yakın gelecekte de kullanıma devam etmesi beklenen bu sistemlerin gün geçtikçe daha verimli olmaları beklenmektedir. Gerçek hayatta mühendislik problemleri içerisinde yer alan ve aerodinamik verimliliği artırmak amacıyla yapılan çalışmaların sahip olduğu karmaşıklık halihazırda kullanılan konvansiyonel optimizasyon yöntemlerinin yerlerine modern tekniklerin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Metasezgisel algoritmalar esnek yapısı sayesinde farklı problemlere uygulanabilirliği, küresel optimuma yakınsayabilme, veri setine ihtiyaç duymama ve doğrusal olmayan problemleri çözebilme kapasitesi ile ön plana çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada kanat profili şeklinin modern metasezgisel yöntemler içerisinde yer alan GA ile optimize edilerek güncellenmesi sağlanmıştır. Öncelikle kanat profili PARSEC yöntemi ile parametrik forma dönüştürülmüş, girdap panel yöntemi ile problem ayrıklaştırılmış ve GA yönteminin ihtiyaç duyacağı amaç fonksiyonunun tanımlanmasıyla birlikte optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Metasezgisel algoritmalar çözüm uzayını rassal bir şekilde araştırdığı için 1000 evalasyon ile üretilen çözümlerin tutarlılığı incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde optimize edilmiş profilin en iyi C_l/C_d oranının 4.763 olduğu ve bu değerinde standart halinden %20.04 daha iyi bir tasarım elde edilmiştir. Algoritmanın ürettiği en kötü profilin C_l/C_d oranı dahi standart halinden %0.63 oranında bir artış göstermiştir. Bu durum GA tekniğinin kanat profili optimizasyon çalışmalarında kullanılabileceğini ve sistem verimliliğini artırmada etkili bir yaklaşım olduğunu kanıtlamıştır.

KAYNAKÇA

- Alhijawi, B., & Awajan, A. (2024). Genetic algorithms: theory, genetic operators, solutions, and applications. *Evolutionary Intelligence*, 17(3), 1245–1256. <https://doi.org/10.1007/s12065-023-00822-6>
- Aslan, S., & Demirci, S. (2020). Immune Plasma Algorithm: A Novel Meta-Heuristic for Optimization Problems. *IEEE Access*, 8, 220227–220245. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043174>
- Belda, M., & Hyhlík, T. (2024). Interactive Airfoil Optimization Using Parsec Parametrization and Adjoint Method. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/app14083495>
- Carlton, J. S. (2012). *Chapter 7 - Theoretical Methods – Basic Concepts* (J. S. B. T.-M. P. and P. (Third

- E. Carlton (ed.); pp. 137–167). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097123-0.00007-1>
- Erkin, T., & Aslan, S. (2023). Decision Probability based Immune Plasma Algorithm for Path Planning Problem of Unmanned Aerial Vehicles. *2023 10th International Conference on Recent Advances in Air and Space Technologies (RAST)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RAST57548.2023.10197847>
- Ghaemi, Z., Tran, T. T. D., & Smith, A. D. (2022). Comparing classical and metaheuristic methods to optimize multi-objective operation planning of district energy systems considering uncertainties. *Applied Energy*, 321, 119400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119400>
- Grefenstette, J. J. (1986). *Genetic Algorithms*. 00(February), 122–128.
- Hansen, T. H. (2018). Airfoil optimization for wind turbine application. *Wind Energy*, 21(7), 502–514. <https://doi.org/10.1002/WE.2174>
- He, X., Li, J., Mader, C. A., Yildirim, A., & Martins, J. R. R. A. (2019). Robust aerodynamic shape optimization—From a circle to an airfoil. *Aerospace Science and Technology*, 87, 48–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.01.051>
- Hoyos, J., Jiménez, J., Echavarria Martínez, C., & Alvarado, P. (2021). Airfoil Shape Optimization: Comparative Study of Meta-heuristic Algorithms, Airfoil Parameterization Methods and Reynolds Number Impact. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1154, 12016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1154/1/012016>
- Li, J., Bouhlef, M. A., & Martins, J. R. R. A. (2018). Data-Based Approach for Fast Airfoil Analysis and Optimization. *AIAA Journal*, 57(2), 581–596. <https://doi.org/10.2514/1.J057129>
- Liu, J. (2022). An Improved Genetic Algorithm for Rapid UAV Path Planning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2216(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2216/1/012035>
- Lou, J. (楼锦华), Chen, R. (陈荣钱), Liu, J. (柳家齐), Bao, Y. (鲍越), You, Y. (尤延铖), & Chen, Z. (陈正武). (2023). Aerodynamic optimization of airfoil based on deep reinforcement learning. *Physics of Fluids*, 35(3), 37128. <https://doi.org/10.1063/5.0137002>
- Mirjalili, S., Song Dong, J., Lewis, A., & Sadiq, A. S. (2020). *Particle Swarm Optimization: Theory, Literature Review, and Application in Airfoil Design BT - Nature-Inspired Optimizers: Theories, Literature Reviews and Applications* (S. Mirjalili, J. Song Dong, & A. Lewis (eds.); pp. 167–184). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12127-3_10
- Sheikh, H. M., Lee, S., Wang, J., & Marcus, P. S. (2023). Airfoil optimization using Design-by-Morphing. *Journal of Computational Design and Engineering*, 10(4), 1443–1459. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwad059>
- Shivgan, R., & Dong, Z. (2020). Energy-Efficient Drone Coverage Path Planning using Genetic Algorithm. *2020 IEEE 21st International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/HPSR48589.2020.9098989>
- Song, X., Wang, L., & Luo, X. (2022). Airfoil optimization using a machine learning-based optimization algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 2217(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2217/1/012009>
- Yuvaraj, S., Revankar, S., Sendhil Kumar, S., Reju, R., & Senthil Kumar, A. P. (2024). *Numerical and Experimental Investigation of Airfoil Derived from Eagle BT - Advances in Thermal Engineering* (G. Choubey, S. Tripathi, V. K. Singh, & P. M. V Subbarao (eds.); pp. 237–250). Springer Nature Singapore.

JUMBO TİP LPG TÜP VANALARINDA KULLANILAN EMNİYET BOŞALTMA KAPASİTESİ VE YAY ANALİZİ

Makine Mühendisi TAYLAN GÜNAY

Valf Sanayii A.Ş.

taylangunay@valf.com.tr, ORCID: 0009-0009-0810-5310

Makine Mühendisi RECEP YÜKSEKDAĞ

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği

Recepyuksekdag01@gmail.com, ORCID: 0009-0008-6687-9878

Özet

LPG, "Liquified Petroleum Gas" teriminin kısaltmasıdır. Türkçe karşılığı "Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)" olarak ifade edilir. LPG, genellikle propan ve bütan gibi hidrokarbon gazlarını içeren, sıvılaştırılmış bir petrol ürünüdür. LPG sistemleri hayatımızın büyük bir alanında kullanılmaktadır. Bunların içlerinde araçlarımızda, sanayi işletmelerinde, konut, tarım gibi daha birçok sektörde kullanılmaktadır. Bu sektörlerde propan, bütan gibi hidrokarbon gazlarını basınç altında sıvı hale getirilerek genellikle metal tüplerde depolanabilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Metal tüplerin içerisinde depolanmasının avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Kolay taşınabilir ve depolanabilir olması, yerel bir enerji kaynağı olması gibi birçok avantaj sayabiliriz fakat LPG sıvılaştırılıp depolanması birçok tehlikeyi beraberinde getirmektedir. Bu tehlikelerin oluşmasında en büyük nedeni çevresel koşulların değişmesinden dolayı oluşmaktadır. LPG gibi gazlar metal tüplerin içerisinde belirli bir basınç altında doldurulur. Çevre koşullarının değişmesi sonucunda tüp içerisindeki basıncın yükselmesi sonucunda patlamaya sebep olabilir. Tüpün emniyet aksamı bunun gibi tehlikeleri önlemeye çalışır. Nasıl önler kısmına geldiğimizde tüp içerisindeki basıncı çevre koşullarının değişimine göre dengelenmesini sağlar. Bu valflerde emniyet kısmından istenilen basınçta ve miktarda tahliye yapılması için hesaplanması gereken birçok parametre bulunmaktadır. Özetle yapılan çalışmada tüp valfi gövdelerine entegre edilerek dizayn edilmiş emniyet tasarımında kullanılan yayların kuvvet analizi yapılmıştır. Yay çapı, kurulma mesafesi, tel çapı, yay çapı, et kalınlığı gibi parametrelerin değiştirilerek farklı yaylar tasarlanıp optimize edilmiştir ve mevcut yay ile kıyaslanmıştır. Yay, belirli bir basınç aralığında istenilen miktarda kısılması ve bu davranışı teorik olarak hesaplanmıştır. Seçilen yayın toleransların hesaplanıp teknik resimlerinin çizilmiştir. Ürün üzerinde farklılıklar yaparak çıkış yapan LPG'nin hacimsel debisini ve akış sırasında yay üzerinde oluşan kuvvetler Ansys Fluent programı üzerinden hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tüp Valfleri, Akış Analizi, Boşaltma Kapasitesi, Yay Kuvvetleri

ANALYSIS OF SAFETY DISCHARGE CAPACITY AND SPRING IN JUMBO TYPE LPG CYLINDER VALVES

Abstract

LPG stands for "Liquified Petroleum Gas." In Turkish, it is referred to as "Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)." LPG typically contains hydrocarbon gases such as propane and butane, which are liquefied petroleum products. LPG systems are used extensively in many areas of our lives, including in our vehicles, industrial enterprises, residential settings, agriculture, and various other sectors. In these sectors, hydrocarbon gases like propane and butane are liquefied under pressure and can be stored in metal cylinders as a convenient energy source. Storing LPG in metal cylinders has both advantages and disadvantages. Some of the advantages include easy transportation and storage, and being a local energy source. However, liquefying and storing LPG also comes with many dangers, primarily due to changing environmental conditions. Gases like LPG are filled into metal cylinders under a certain pressure. Changes in environmental conditions can lead to an increase in the pressure inside the cylinder, which can potentially cause an explosion. The safety components of the cylinder aim to prevent such hazards. These components work by balancing the internal pressure according to changes in environmental conditions. Various parameters need to be calculated to ensure the desired pressure and quantity of

discharge through these safety valves. In summary, this study analyzed the spring forces used in the safety design, integrated into the cylinder valve bodies. Different springs were designed and optimized by changing parameters such as spring diameter, installation distance, wire diameter, spring diameter, and wall thickness, and were compared with the existing spring. The spring's behavior, in terms of the desired amount of compression within a certain pressure range, was theoretically calculated. The tolerances of the selected spring were calculated, and technical drawings were created. By making modifications to the product, the volumetric flow rate of the discharged LPG and the forces acting on the spring during flow were calculated using Ansys Fluent software.

Keywords: Cylinder Valves, Flow Analysis, Discharge Capacity, Spring Forces

1. GİRİŞ

LPG gibi basınç ile sıvılaştırılmış gazların metal tüplerin içerisinde depolanıp taşınması potansiyel tehlikeleri beraberinde getirebilir. Bu tehlikeler genellikle çevresel koşullardaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu gazlar, metal tüplerin içinde belirli bir basınç altında depolanır ve çevresel koşulların değişmesi durumunda iç basınçta artış, tüpte patlama riskine yol açabilir. Tüplerde bulunan emniyet valfleri, bu tür kaza hasarlarını minimuma indirmek için kullanılmaktadır. Bu valfler, tüp içindeki set basıncının aşımını engelleyerek güvenli bir şekilde depolanmasını ve basınçlı tankta deformasyon oluşmamasını sağlar. Emniyet valflerinde istenilen basınç ayarı yapılabilmesi için hesaplanması gereken çeşitli parametreler bulunmaktadır. Bu çalışmada emniyet tahliye vanasındaki yay tasarımı ve optimizasyonu incelenerek optimal tasarımın yapılması ve minimum LPG tahliyesi yaparak maksimum emniyetin sağlanması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Malzeme özellikleri, tasarımın şekli, kütlesi ve mukavemet değerlerinin belirlenmesi konusunda hayati öneme sahiptir. Elastisite modülü bir malzeme özelliğidir, malzemenin gerilme altında ne kadar deforme olacağını belirler ve yapısal tasarım ve analizlerde kullanılır. Bu nedenle çalışmada tasarlanan yaylar için kullanılan 302 paslanmaz çeliğinin özelliklerini belirlemek gerekmektedir. (R. P. Reed and R. P. Mikesell, 1965) çalışması 300 serisi paslanmaz çeliklerin malzeme nitelikleri konusunda ayrıntılı bilgileri sunmaktadır. AISI 300 serisi paslanmaz çeliklerin en önemli tercih sebebi korozyona karşı dirençli ve düşük sıcaklık sahip çevre koşullarında yaygın olarak kullanılan bir malzeme olmasıdır. Sıcaklık etkisiyle hem tavlanmış hem de soğuk çekme koşullarında AISI 302, 303 ve 310 çeliklerinin ilave kayma modülü ölçümleriyle mekanik özelliklerini belgelemiştir.

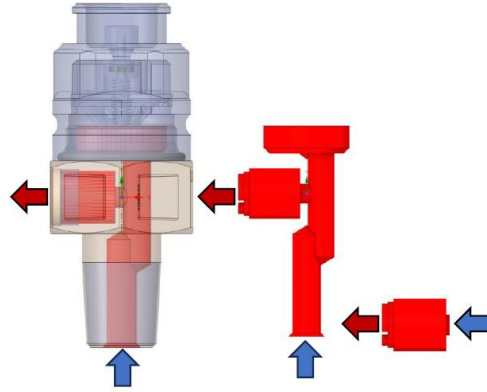
(Valsange, P. S., 2012), helisel bası yayların kalitesini ve gücünü etkileyen kritik faktörlerini ve mühendislik uygulamalarından elde edilen sonuçları paylaşmaktadır. Hammaddede seçimi, mikro yapı ve dekarbürizasyon yayın performansını önemli ölçüde etkiler. Yayın mikro yapısının ve sertliğinin belirlenmesi için uygun ısıtma işleminin uygulanması gerekmektedir. Yanlış ısıtma, perlit gibi istenmeyen mikro yapılara neden olarak mukavemeti ve yorulma ömrünü tehlikeye atabilir. Tasarımsal için taşıma kapasitesini ve esnekliğini belirleyenler ise yayın fiziksel boyutları, tel çapı, bobin çapı, serbest uzunluk ve hatve gibi faktörlerdir. Kumlama, yüzeyde basınç kalıntı gerilmeleri oluşturarak yorulma çatlaklarının oluşumunu engeller ve yay ömrünü uzatmaktadır. Kısacası Valsange'nin yapmış olduğu çalışma yay elemanının malzemesi, üretimi, tasarımı, analizi olmak üzere güçlü bir çalışma içermektedir.

Analiz metotlarında hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) ve sonlu elemanlar metodu (SEM) kullanılmıştır. Bu iki metot mühendislikte çoğu problemin çözümünü tahmin etmekte kullanılır. (Hös, C. J., Champneys, A. R., Paul, K., & McNeely, M., 2014) HAD ve SEM metotlarını yaptıkları çalışmada iç içe kullanmışlardır. Çalışmanın konusu olan basınç tahliye valfleri, endüstriyel proseslerde güvenliği sağlamak için kullanılır ancak bu valfler bazı durumlarda istenmeyen titreşimlere ve salınımlara maruz kalabilirler. Bu durum, valf ömrünü kısaltmanın yanı sıra, proses güvenliği ve ekipman bütünlüğü için de tehlike oluşturabilir. Bu makale, basınçlı tahliye valflerindeki kararsızlık problemlerini ve bu alandaki bilimsel araştırmaları ele almaktadır. Basınçlı tahliye valflerindeki dinamik davranışını modellemek için düşük dereceli rijit gövde mekaniği ve iki boyutlu gaz dinamiğini birleştiren bir model sunmaktadır. Bu model, üç farklı ticari valf üzerinde yapılan detaylı deneylerle doğrulanmıştır. Yapılan

analizler iki boyutlu olmamasına rağmen deneyle uyumlu sonuç vermesi ve akış dinamiği ile rijit gövde mekaniğini birleştirerek çözmesi fonksiyonel bir çalışma olmuştur. (Song,2010) kullanmış oldukları sistem ile çalışma prensipleri birbirlerine yakınlık göstermekle birlikte üzerinde odaklanılan konular farklılık göstermektedir. Yaptığımız çalışmada gerçekte zamana bağlı değişen akışı ve yine zamanla değişen yay üzerinde oluşan kuvvetleri hesaplamak için klapeyi değişik aralıklarla simüle edilmiştir. Bu sebepten dolayı hareketli mesh ağına ihtiyaç duymamıştır. Fakat sistemimiz iki boyuta indirilemeyecek bir yapıda olduğu için 3 boyut olarak ele alınmıştır.

2.1. Akış Geometrisi ve Modellemesi

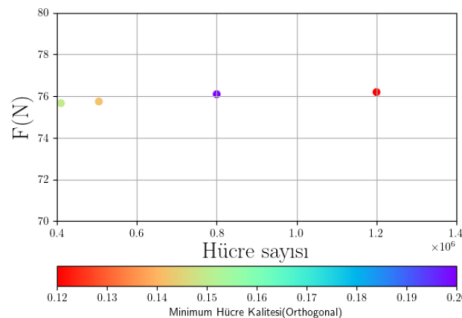
HAD analizi akışkanların hareketini ve davranışını bilgisayar ortamında simüle etmek için kullanılır. HAD analizinde ilk adımı, akış geometrisi için bir model oluşturmaktır. Bu model, akışkanın akacağı bölgenin matematiksel bir temsildir. Akış geometrisini modellerken dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır: Doğruluk “gerçek akış geometrisini mümkün olduğunca doğru temsil etmelidir”, basitlik “gereksiz ayrıntıların temizlenmesi hesaplama maliyetini ve süresini azaltmasına yardımcı olur”, ağ oluşumu “tüm bölgeleri kapsamlı ve yeterince ince olmalıdır”. Akış hacminin daha anlaşılır olması için akışkanın giriş yaptığı yeri mavi okla çıkış yaptığı yeri ise kırmızı okla ifade edilmiştir. (Şekil 1)



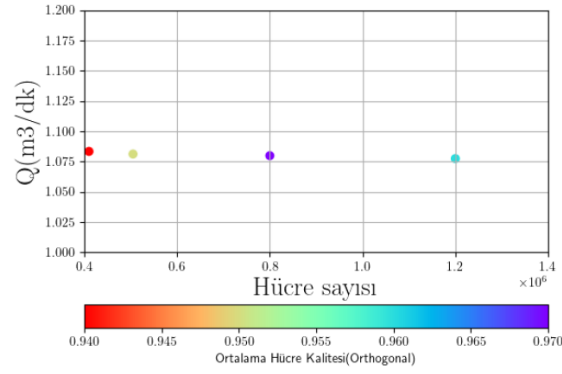
Şekil 1: Akış Hacmi

2.2. Ağdan Bağımsızlık ve Hücre Kalitesi

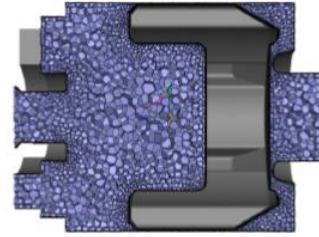
Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) simülasyonlarında mesh bağımsızlığı, elde edilen sonuçların mesh boyutuna ve şekline bağlı olmamasını ifade eder. Bu, simülasyon sonuçlarının güvenilir ve doğru olmasının temel şartlarından biridir. Mesh bağımsızlık çalışması, farklı mesh boyutları ve şekilleri ile simülasyonlar çalıştırarak ve sonuçları karşılaştırarak yapılır. Hedef, mesh boyutundan bağımsız olarak tutarlı ve değişmeyen sonuçlar elde etmektir. Farklı ağlarla elde edilen sonuçlar birbirleriyle ve referans verilerle karşılaştırılır. Bu çalışmada klape üzerinde oluşan kuvvet değerleri ve tahliye edilen hacimsel debi üzerinden karşılaştırılmıştır. Mesh bağımsızlığına ek olarak hücre kalitesi kritik öneme sahiptir. HAD simülasyonlarında da hücreler, akışkanın akışını temsil eden hücrelerdir. Doğru sonuç bulunabilmesi için yüksek kaliteli bir ağ oluşturulması gerekmektedir. Kaliteli bir ağın gereksinimleri ise düzenli şekiller, düzgün dağılım, boyut gibi birçok parametre vardır. Bu parametrelerin durumlarının kıyaslanması için ortogonal kalite değerine bakılması gerekmektedir.



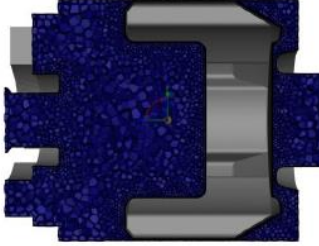
Şekil 2: 0.25 mm aralıkta hücre sayısı değişimine göre klape kuvveti ve hücre kalitesi



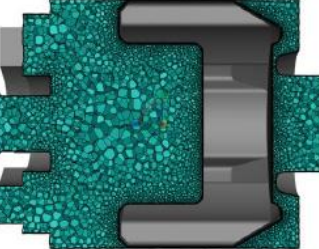
Şekil 3: 0.25 mm aralıkta hücre sayısı değişimine göre akış debisi ve hücre kalitesi



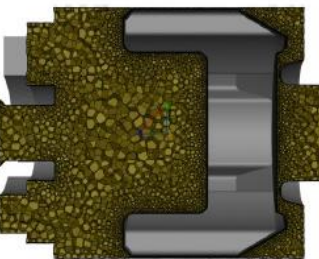
Şekil 4: 410.000 hücre sayısına sahip ağ



Şekil 5: 505.000 hücre sayısına sahip ağ



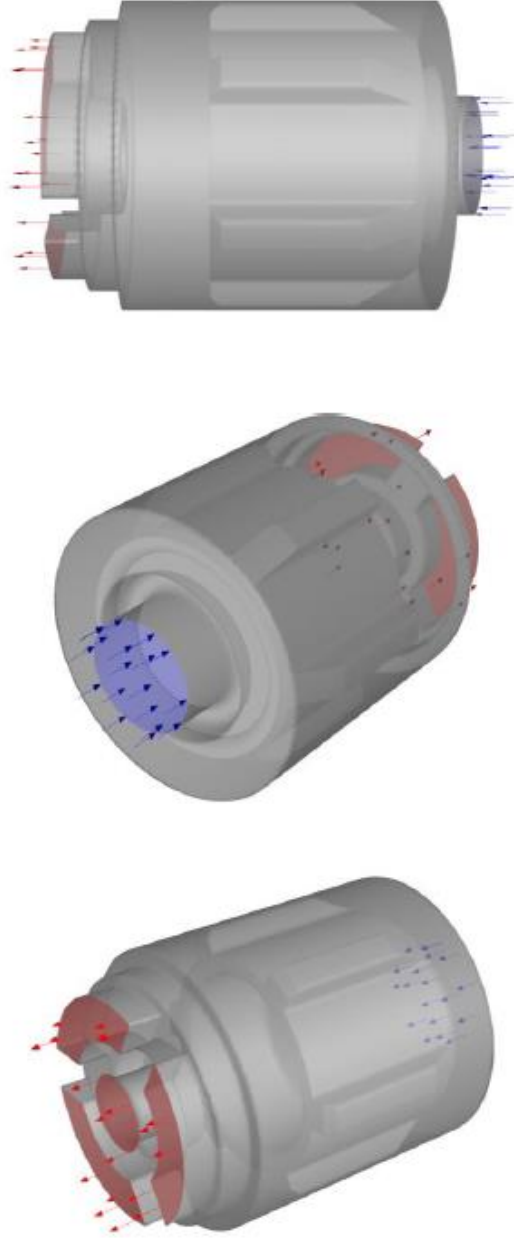
Şekil 6: 800.000 hücre sayısına sahip ağ



Şekil 7: 1.200.000 hücre sayısına sahip ağ

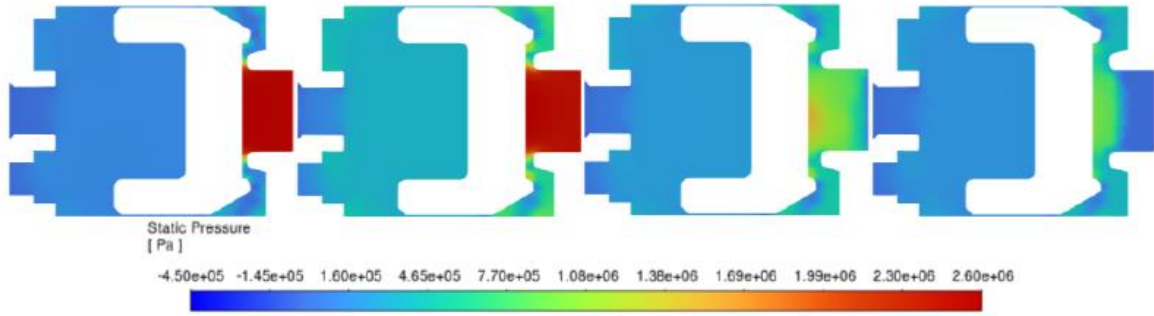
2.3. Akış Analizi

Akış analizi için yapılması gerek işlemlerden biri ise sınır şartlarını belirlemektir. Bileşenimizde giriş, çıkış, duvar, klape duvarı olmak üzere 4 adet sınır şartımız bulunmaktadır. Daha anlaşılır olması için görsellerle ifade edilmiştir. (Şekil.8)

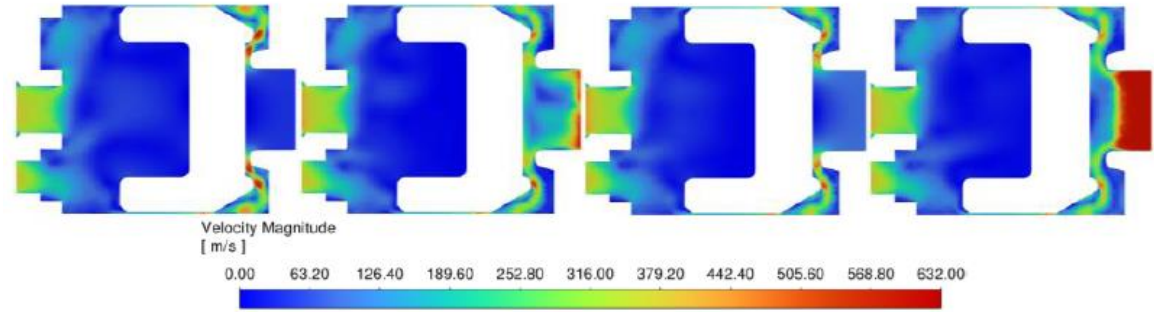


Şekil 8: Akış hacmindeki giriş ve çıkış bölgeleri

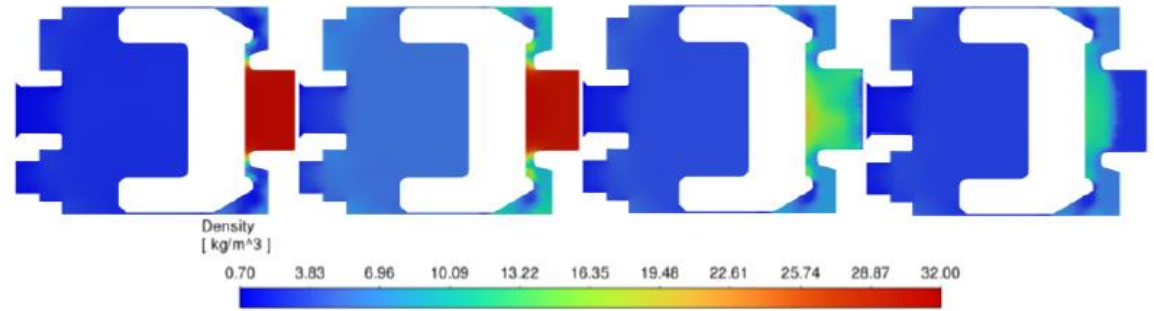
Akışkanların karmaşık davranışlarını anlamak için, basınç ve hız kontürlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu kontürler sayesinde, akışkanın nasıl davrandığını daha net bir şekilde görebilmekteyiz. Kontürlerden açıkça görüldüğü gibi hızın düştüğü yerde statik basıncı arttığını ve hızın arttığı yerde statik basıncın azaldığı görülmektedir. Basitçe ifade edilmesi gerekirse, statik basınç enerjisi kinetik basınç enerjisine dönüşmüştür. (Şekil.9-10) (Zong, C., Shi, M., Li, Q., Xue, T., Song, X., Li, X., & Chen, D.,2023).



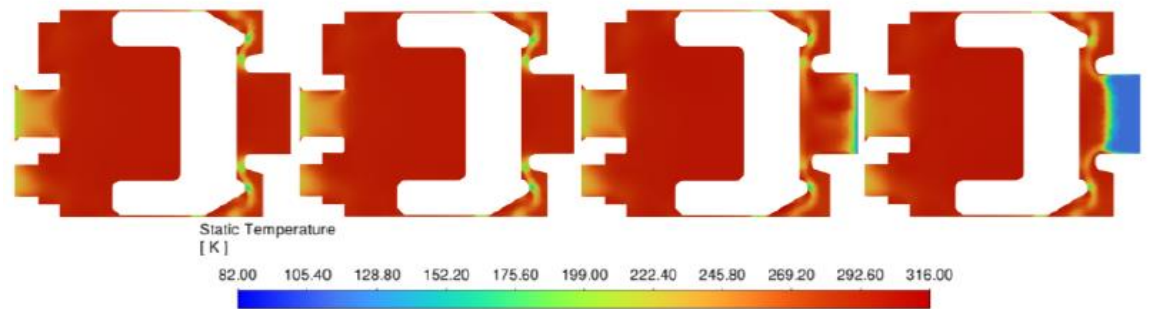
Şekil 9: Klapeler aralığına göre statik basınç kontürleri



Şekil 10: Klapeler aralığına göre hız kontürleri



Şekil 11: Klapeler aralığına göre yoğunluk kontürleri



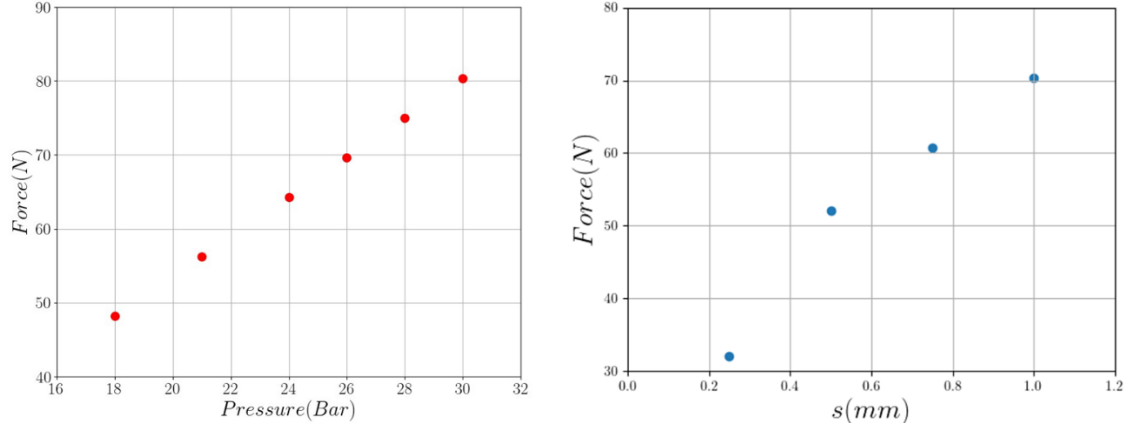
Şekil 12: Klapeler aralığına göre sıcaklık kontürleri

2.4. Emniyet Boşaltma Kapasitesi

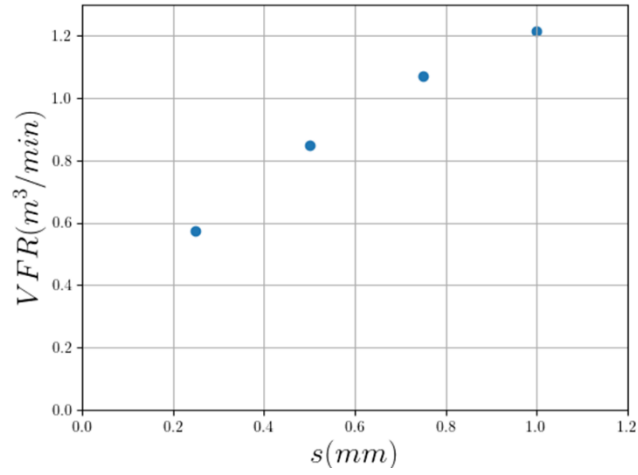
Emniyet boşaltma kapasitesi emniyet kısmında bulunan yayın blokaj olduğu durumda (mevcut ürün için 3.9 mm olduğunda) minimal boşaltma yaptığı hacimsel debidir. Mevcut üründe minimum emniyet tahliye değeri 3.5 (m³/dk) olarak verilmiştir. Boşaltma kapasitesini yayın blokaj mesafesi, klappenin şekli gibi birçok faktör etkilemektedir. Çalışmada klape figürleri sabit alınarak yay parametreleri ele alınmıştır.

3. BULGULAR

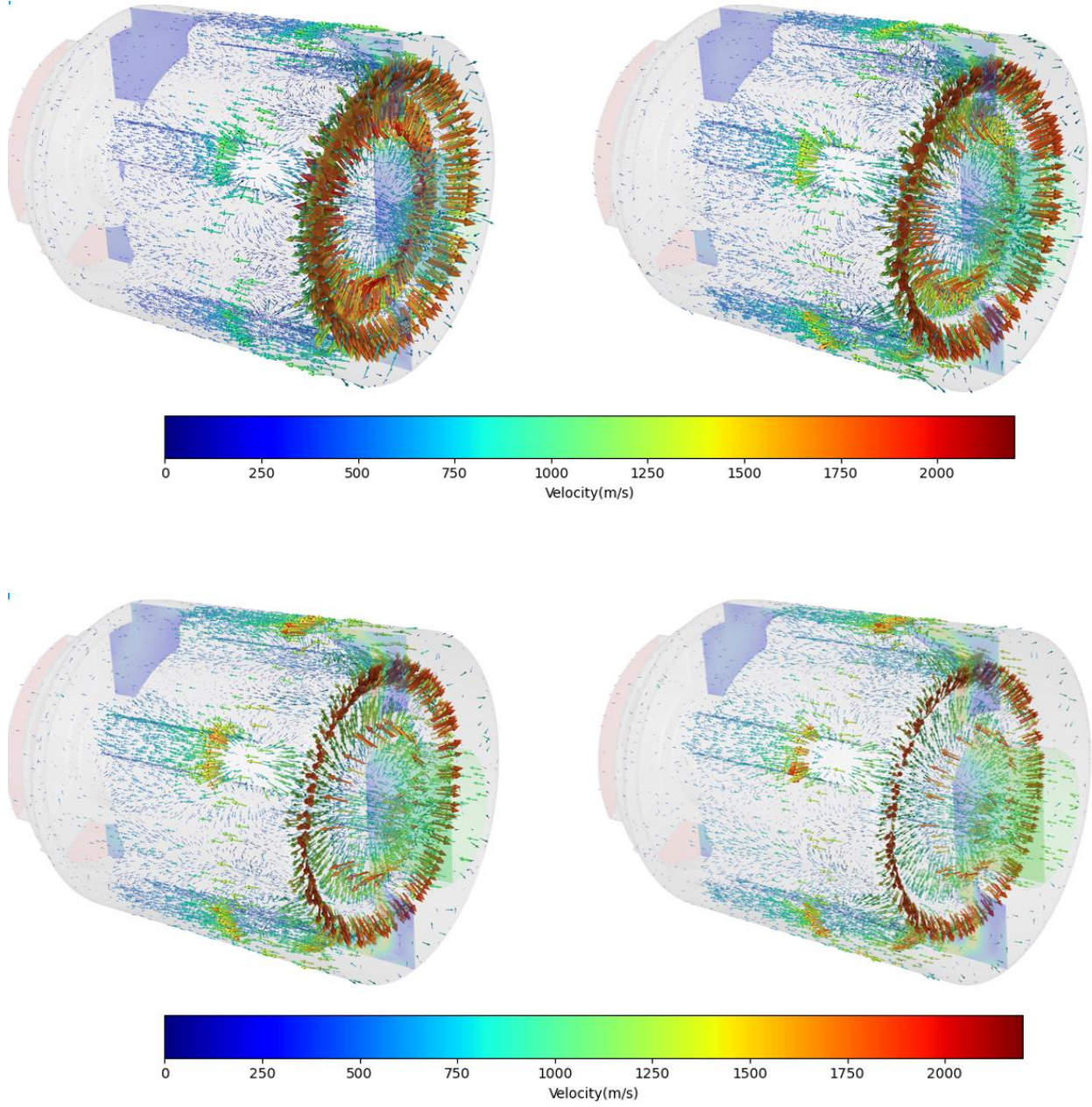
3.1. Klappe Üzerinde Oluşan Kuvvetler



3.2. Hacimsel Debi Grafiği



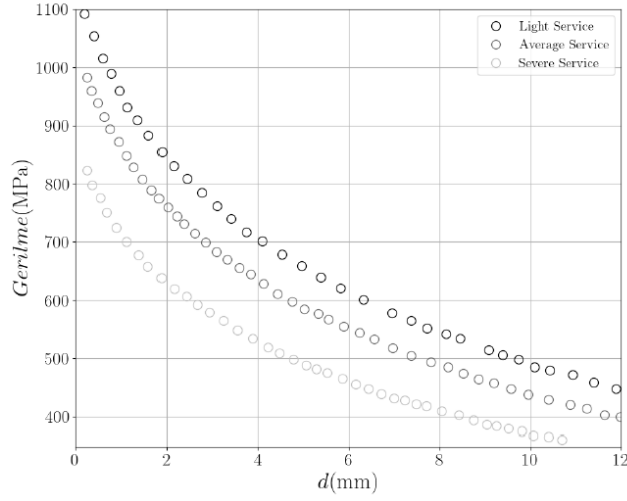
3.3. Hız Vektörleri



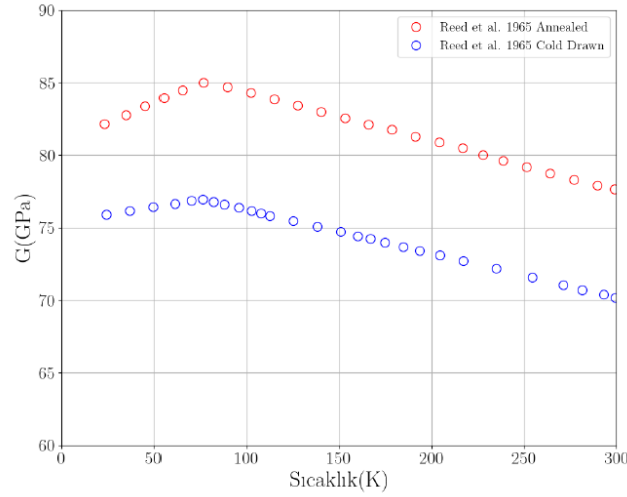
3.4. Yay Malzeme Özellikleri

302 paslanmaz çelik, %18 krom ve %8 nikel içeren austenitik bir paslanmaz çelik türüdür. Mükemmel korozyon direnci, yüksek mukavemeti ve iyi işlenebilirliği paslanmaz çelik sınıfında ön plana çıkmaktadır (Kim, Samad, & Benini, 2019). Bu nedenle, çok çeşitli uygulamalarda yaygın olarak kullanılan en popüler paslanmaz çeliklerden biridir. Özellikle korozyona dayanıklı olması dolayısı ile LPG tüp valflerinde yay malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ek olarak basınçlı kaplar standartları gereğince 302 paslanmaz çeliği temel alındı ve yay hesapları bu malzeme üzerinden yapılmıştır.

Malzeme	302 Paslanmaz Çelik
Young modülü	193 GPa
Poisson oranı	0.27-0.3
Yoğunluk	8000 kg/m ³
Akma dayanımı	600-800 MPa
Elastisite modülü	70.3 GPa



Şekil 13: Yay Kayma Gerilimi Grafiği



Şekil 14: Sıcaklığa göre elastisite modülü

3.5. Yay Tasarımı ve Analizi

Tasarlanan yay bası, helisel ve uç bağlantıları taşlanmış olduğundan dolayı aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

$$F=k \times \Delta x \text{ (N)}$$

$$\Delta x = L1 - L2 \text{ (m)}$$

$$Ne = Ns - 2$$

$$k_{bası} = \frac{d^4 \times G}{8 \times N_e \times D^3} \text{ (N/m)}$$

Mevcut yay ve tasarlanan yayların yay sabiti değerleri hesaplanması:

$$k_{mevcut} = \frac{0.0013^4 \times 70.3 \times 10^9}{8 \times 4.5 \times 0.0067^3} = 18544 \text{ (N/m)}$$

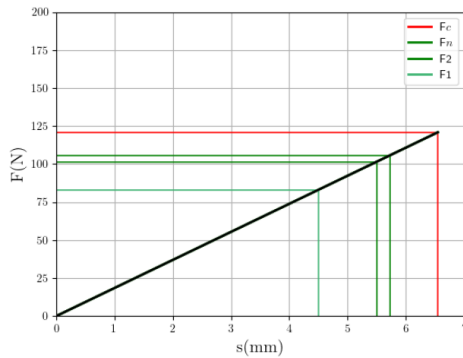
$$k_1 = \frac{0.0013^4 \times 70.3 \times 10^9}{8 \times 3.5 \times 0.0067^3} = 23842 \text{ (N/m)}$$

$$k_2 = \frac{0.0013^4 \times 70.3 \times 10^9}{8 \times 3.5 \times 0.0066^3} = 24942 \text{ (N/m)}$$

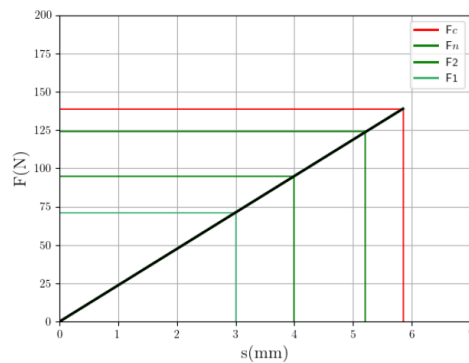
$$k_3 = \frac{0.0013^4 \times 70.3 \times 10^9}{8 \times 2.5 \times 0.0066^3} = 34919 \text{ (N/m)}$$

$$k_4 = \frac{0.00125^4 \times 70.3 \times 10^9}{8 \times 2.5 \times 0.0065^3} = 30538 \text{ (N/m)}$$

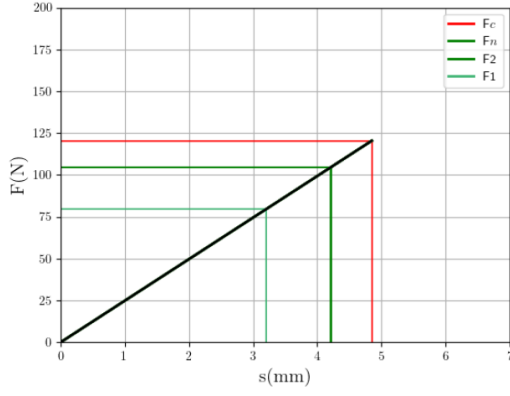
Yaylar için kuvvet-yol diyagramları, yayların tasarımında ve analizinde kritik bir rol oynar. Bu diyagramlar sayesinde yay sabiti hesaplanabilir. Yay sabiti, uygulanan kuvvetin yaydaki yer değiştirmeye oranıdır ve N/mm veya N/m cinsinden ifade edilir. Kuvvet-yol diyagramları sayesinde, yayda depolanan elastik enerji hesaplanabilir, farklı yay türlerinin performansları karşılaştırılabilir, yayların belirli bir uygulama için uygun olup olmadığı değerlendirilebilir. Bu nedenle, mevcut ve tasarlanan yayların kuvvet-yol diyagramları önemli bilgiler sunmaktadır. (Özkan, M., Dünder, K., & Gümüş, F., 2009).



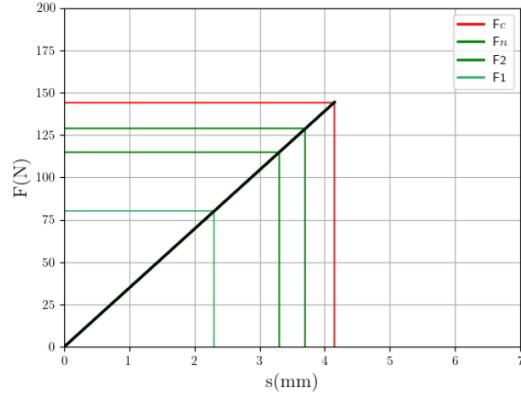
Şekil 15: Mevcut Yay Kuvvet Yol Grafiği



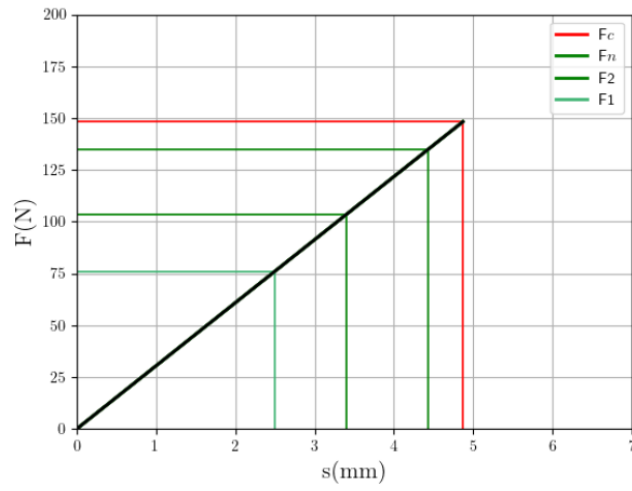
Şekil 16: Yay-1 Kuvvet Yol Grafiği



Şekil 17: Yay-2 Kuvvet Yol Grafiği



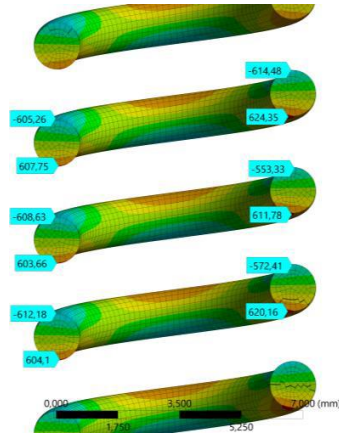
Şekil 18: Yay-3 Kuvvet Yol Grafiği



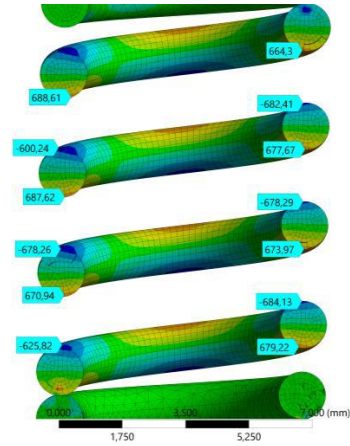
Şekil 19: Yay-4 Kuvvet Yol Grafiği

3.5.1. Yay Analizi

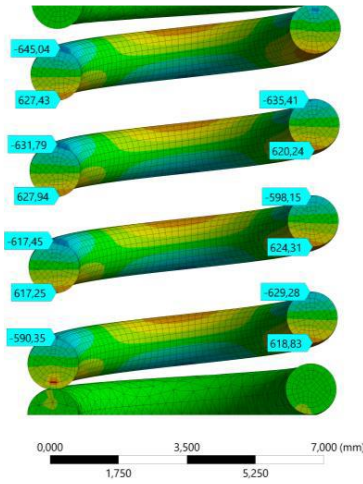
Denklemlerle ve grafiklerle kontrol edilen yay stres değerleri, sonlu elemanlar yöntemi kullanarak birbirleri arasında kıyaslama yapılmıştır. Analiz yapılabilmesi için ANSYS MECHANICAL modülü kullanılmıştır. Yayın iki yüzeyine sabit destek vererek +z yönünde bir yüzeyine deplasman değeri girerek tepki kuvveti ve üzerinde oluşan kayma gerilme değerlerini bakılmaktadır. (Carlson,1978).



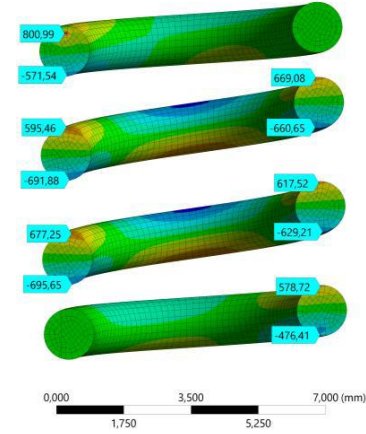
Şekil 20: Mevcut Yay



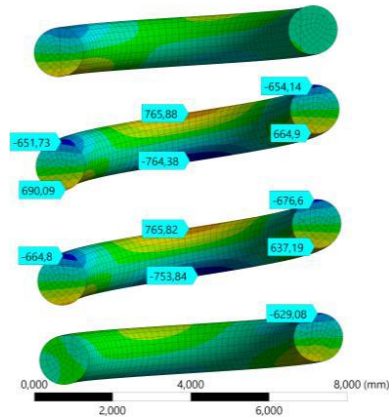
Şekil 21: Yay-1



Şekil 22: Yay-2



Şekil 23: Yay-3



Şekil 24: Yay-4

4. SONUÇ

Yapılan çalışma neticesinde hem zamansal olarak en ekonomik hem de analizinin doğruluğu konusunda çok yakın sonuçlar veren 800.000 adet hücreye sahip olan mesh ağı seçilmiştir. ANSYS FLUENT analizinde gerekli sınır şartları girilerek analiz başlatılmıştır (Lv, D., Zhang, J., & Yu, X.,2018).

Sonucunda farklı basınç ve farklı klape aralılarında klape üzerine etki eden kuvvetler ve boşaltma kapasitesi hesaplanmıştır. Akış daha anlaşılır olması için hız ve basınç kontür ek olarak hız vektörleri alınmıştır. Kayma gerilme analizi ve toplam deformasyon analizi statik olarak yapılmıştır. Yayların yol-kuvvet diyagramları çıkarılarak Tablo.1’de görüldüğü üzere kütle olarak karşılaştırma yapıldığında tasarlanan yaylar mevcut yaydan daha hafif olup gerekli kuvvet değerlerini karşılayıp görevini yerine getirebileceği görülmektedir. Mevcut yay, tasarlanan yay-4 ile değiştirilse kütlelerinde 0.537 gram azalma gerçekleşecek ve yaklaşık olarak %37.5 bir kütle azaltılması olacaktır.

Tablo 1: Yay Karşılaştırması

Yaylar	Yay sabiti	Kütle	Blokaj mesafesi	Blokaj kuvveti	Önerilen maksimum kuvvet
Mevcut Yay	18465	1.435	6.55	120.94	105.84
Tasarlanan Yay1	23740	1.214	5.85	138.88	123.78
Tasarlanan Yay2	24836	1.196	4.85	120.45	104.79
Tasarlanan Yay3	34770	0.978	4.15	144.30	128.63
Tasarlanan Yay4	30408	0.898	4.88	148.24	134.82

KAYNAKÇA

- Hös, C. J., Champneys, A. R., Paul, K., & McNeely, M. (2014). Dynamic behavior of direct spring loaded pressure relief valves in gas service: Model development, measurements and instability mechanisms. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 31, 70-81.
- Zong, C., Shi, M., Li, Q., Xue, T., Song, X., Li, X., & Chen, D. (2023). Sealing design optimization of nuclear pressure relief valves based on the polynomial chaos expansion surrogate model. *Nuclear Engineering and Technology*, 55(4), 1382-1399.
- Reed, R. P., & Mikesell, R. P. (1965). An Anomalous Decrease of the Elastic Moduli at Very Low Temperatures in Some 300 Series Stainless Steels. In *Advances in Cryogenic Engineering: Proceedings of the 1964 Cryogenic Engineering Conference (Sections AL)* (pp. 46-49). Boston, MA: Springer US.
- ÖZKAN, M., DÜNDAR, K., & GÜMÜŞ, F. (2009). Bilgisayar destekli helisel yay tasarımı ve sonlu elemanlar analizi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(2), 199-210.
- Valsange, P. S. (2012). Design of helical coil compression spring: A review. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(6), 513-522.
- Lv, D., Zhang, J., & Yu, X. (2018, May). Fluid-structure interaction dynamic simulation of spring-loaded pressure relief valves under seismic wave. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1967, No. 1). AIP Publishing.
- Song, X. G., Wang, L., & Park, Y. C. (2010). Transient analysis of a spring-loaded pressure safety valve using computational fluid dynamics (CFD).
- Carlson, H. (1978). *Spring designer's handbook*. Mechanical Engineering.
- Kim, K. Y., Samad, A., & Benini, E. (2019). *Design Optimization of Fluid*

SÜT SANAYİ ATIĞI OLAN PEYNİRALTI SUYUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNE MULTİDİSİPLİNER BİR BAKIŞ

Gıda Yüksek Mühendisi MECİT MURAT POLAT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği
mejit1864@hotmail.com, ORCID: 0009-0001-9055-9478

Doç. Dr. HASAN CANKURT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği
hasan.cankurt@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3842-6539

Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği
osagdic@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2063-1462

Özet

Peyniraltı suyu (whey), peynir üretimi sırasında ortaya çıkan bir yan üründür. Peynir üretimi sırasında pıhtılaşma sürecinin ardından geriye kalan, genellikle sarımsı-yeşil renkteki sıvıya peyniraltı suyu denir. Bu sıvı, emülsifikasyon, jel oluşturma, köpürme, yağ bağlama ve kıvam artırma gibi birçok önemli özelliğe sahip olan peyniraltı suyu proteinlerini içermekte olup, gıda sanayisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Peyniraltı suyu proteini, zengin amino asit içeriği ve besinsel nitrojen kaynağı olması nedeniyle, insanların sağlıklarını iyileştirmek ve desteklemek amacıyla kullanılabilir. Çeşitli uluslararası araştırmalar, peyniraltı suyunun farklı alanlarda nasıl kullanılabileceği konusuna odaklanmıştır. Peyniraltı suyunun en çok değerlendirilebileceği alanlar arasında gıda endüstrisi, biyoteknoloji ve çevre teknolojileri yer almaktadır. Gıda endüstrisinde, peyniraltı suyu, besin değerini artırmak, bazı fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri geliştirmek amacıyla ve katkı maddesi olarak çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılabilir. Biyoteknolojik alanda ise, peyniraltı suyu mikroorganizmalar için besleyici bir ortam sağlayarak yeni biyolojik süreçlerin geliştirilmesine katkıda bulunur. Çevre açısından değerlendirildiğinde ise önemli bir kirlenici olduğu anlaşılmaktadır. Bu atığın çevre teknolojileri ile işlenmesi ve geri kazanılması çevreye dost çözümler sunar, sürdürülebilir üretim süreçlerinin desteklenmesine olanak verir. Bu disiplinler arası uygulamalar, hem endüstriyel süreçlerin verimliliğini artırır hem de çevresel sürdürülebilirliği güçlendirir. Sonuç olarak, peyniraltı suyunun değerlendirilmesi, sadece ekonomik fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel problemlerin çözülmesine de yardımcı olabilir. Endüstriyel verimlilik ve çevre koruma stratejilerinin bir arada ele alınması, peyniraltı suyunun sürdürülebilir bir kaynak olarak kullanımını pekiştirecektir.

Anahtar Kelimeler: Peyniraltı Suyu, Protein, Biyoteknoloji, Çevre

A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO THE VALORIZATION OF DAIRY INDUSTRY WASTE WHEY

Abstract

Whey is a by-product of cheese production. Whey is the liquid, usually yellowish-green in color, that remains after the coagulation process during cheese production. This liquid contains whey proteins, which have many important properties such as emulsification, gel formation, foaming, fat binding and thickening, and has a wide range of uses in the food industry. Whey protein can be used to improve and support people's health due to its rich amino acid content and as a source of dietary nitrogen. Several international studies have focused on how whey can be used in different fields. The food industry, biotechnology and environmental technologies are among the areas where whey can be most utilized. In the food industry, whey can be used in the production of various products to increase nutritional value, improve some physicochemical, textural and sensory properties and as an additive. In the biotechnological field, whey contributes to the development of new biological processes by providing a nutrient medium for microorganisms. When evaluated in terms of the environment, it is understood that it is an important pollutant. Processing and recycling this waste with environmental technologies offers

environmentally friendly solutions and supports sustainable production processes. These interdisciplinary applications both increase the efficiency of industrial processes and strengthen environmental sustainability. As a result, the valorization of whey not only provides economic benefits, but can also help solve environmental problems. A combination of industrial efficiency and environmental protection strategies will reinforce the use of whey as a sustainable resource.

Keywords: Whey, Protein, Biotechnology, Environment

1. GİRİŞ

Peyniraltı suyu, süt teknolojisi açısından önemli bir yan ürün olarak kabul edilmektedir. Genel olarak, süt peynire dönüştürüldüğünde geriye kalan sıvı, peyniraltı suyu olarak adlandırılmaktadır (Dinçoğlu ve Ardic, 2012). Peynir üretiminde kullanılan sütün yaklaşık %85'inin peyniraltı suyu olarak ayrıldığı bildirilmiştir (Mete, 2012). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre, peyniraltı suyu, sütün peynir mayası veya organik asitler ve/veya starter kültürler yardımıyla asidik seviyesinin artırılması sonucu sıvı formdan jel hale dönüşen ürünün (pıhtı) kesimi sonrasında pıhtıdan ayrılan sıvı yan üründür (Fuente ve ark., 2002). Dünya çapında sağlık sorunlarının artması ve Dünya Sağlık Örgütü'nün protein ve enerji eksikliklerini yaşam kalitesini olumsuz etkileyen beslenme sorunları arasında sayması, sağlıklı gıda tüketiminin önemini artırmıştır (Pekcan, 2009). Bu bağlamda, peyniraltı suyu gibi sağlık destekleyici ve geliştirici özelliklere sahip sanayi yan ürünlerinin değerlendirilmesi, hayvansal protein ihtiyacının karşılanması ve çevre sağlığı açısından büyük bir değer taşımaktadır (Kurt & Gülümser, 1987; Metin, 1998).

Peynir üretiminin artışıyla birlikte, üretilen peyniraltı suyu miktarı da önemli ölçüde yükselmiştir. Günümüzde, büyük ölçekli peynir üretimi yapan tesislerin, peyniraltı suyundan yan ürünler elde etme gereksinimi vardır. Ayrıca, peyniraltı suyunun küçük bileşenlerinin kullanımı, bu sıvının işlenmesinde çeşitli zorluklara yol açmaktadır. Genellikle ön işleme tabi tutulan peyniraltı suyu, süt sanayisinin diğer sıvılarıyla birlikte kanalizasyona yönlendirildiğinde, yüksek biyolojik oksijen ihtiyacı nedeniyle ciddi çevre kirliliği sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca, peyniraltı suyundaki yüksek tuz ve laktoz oranları, insan beslenmesindeki kullanımını sınırlamaktadır. Bu sebeplerle, peynir üretiminde daha çevre dostu ve verimli yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Üçüncü, 2008; Cuartas-Urbe, 2009; Pearce, 1992; Van der Horst, 1995).

Peyniraltı suyu, başlangıçta süt sanayi atığı olarak kabul edilse de son yıllarda yapılan multidisipliner araştırmalar sayesinde değerli bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır. Peyniraltı suyunun verimli bir şekilde değerlendirilmesi, biyoteknoloji, kimya mühendisliği, çevre mühendisliği, gıda mühendisliği ve ekonomi gibi farklı bilim dallarının iş birliğine dayanır. Son yıllarda güncel yapılan araştırmalar, bu alanlardaki bilim insanlarının, peyniraltı suyunun çeşitli yönlerini daha verimli kullanabilmek için iş birliği yaptıklarını ve bu sayede çok daha verimli sonuçlar elde edebileceğini göstermektedir.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada peyniraltı suyunun farklı alanlarda kullanımı üzerine yapılmış yerli ve yabancı kaynaklar taranmış ve derlenmiştir. Elde edilen bulgular gıda, biyoteknoloji ve çevre konularında başlıklandırılmıştır. Veriler güncel çalışmalar ışığında tartışılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Peyniraltı Suyunun Bileşimi

Süt üretim tesislerinde peynir üretimi sırasında elde edilen en önemli yan ürünlerden biri olan peyniraltı suyu, çözünür proteinler, laktoz, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko vb.), vitaminler, P₂O₅ (difosfor pentoksit) ve K₂O (potasyum oksit) gibi maddeler açısından oldukça zengindir (Rezende ve ark., 2014). Peyniraltı suyu, yaklaşık olarak %92-93 su içeriğine sahip olmasının yanı sıra, sütün orijinal besin öğelerinin yaklaşık yarısını, özellikle protein, kalsiyum (Ca) ve laktoz gibi maddeleri barındırmaktadır (Güler ve ark., 2006). Bunun yanında, peyniraltı suyu, laktik asit ve laktik asit bakterilerinin değişken miktarlarını da içermektedir (Rezende ve ark., 2014). Ayrıca, albümin, laktoferrin ve laktoperoksidaz gibi minör bileşenlerle birlikte, az miktarda süt yağı da peyniraltı suyunda bulunmaktadır (Pal & Radavelli-Bagatini, 2013).

Tablo 1. Peyniraltı Suyu Bileşimi

Bileşen	Miktar (g/L)	Kaynak
Su	93-95%	Sezer et al., 2020
Protein	0.6-1.2 g/L	Sadeghi et al., 2021
Laktoz	4.5-5.5 g/L	Franco et al., 2021
Yağ	0.1-0.2 g/L	Ribeiro et al., 2022
Mineraller (Ca,K,Mg)	0.5-1.5 g/L	Misra et al., 2020
pH	6.0-6.6	Aydın et al., 2022

3.2. Gıda Sanayinde Potansiyel Kullanım Alanları

Peyniraltı suyu, süt ürünleri üretiminde önemli bir yan ürün olup, son yıllarda gıda sanayinde çeşitli kullanım potansiyelleri ile dikkat çekmektedir. Bu sıvı, özellikle protein, vitamin, mineral ve laktik asit gibi değerli bileşenler içermesi nedeniyle, birçok farklı gıda ürünüde kullanılabilecek özellikler taşımaktadır. Peyniraltı suyunun içeriği, gıda sanayinin ihtiyaçlarına göre çeşitli şekillerde faydalı hale getirilebilecek özelliklere sahiptir.

Peyniraltı suyu, farklı alanlarda kullanılabilen değerli bir bileşiktir. Hayvan yemleri, yoğurt, dondurma, alkolsüz içecekler, şekerleme ürünleri, fırıncılık ürünleri, çikolata, mayonez, sosis gibi et ürünleri, salata sosları ve yenilebilir film kaplama malzemeleri üretiminde yer almaktadır (Kırdar, 2009; Evren ve ark., 2011). Bu geniş kullanım alanı, peyniraltı suyunun çok yönlülüğünü ve gıda sanayisindeki önemini ortaya koymaktadır. Birçok araştırmada, peyniraltı suyunun gıda ürünlerinin besin değerini artırmada kullanılabileceği ve aynı zamanda gıdaların fizikokimyasal özellikleri üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği belirtilmiştir.

3.2.1. Peyniraltı Suyunun Unlu Mamuller Sektöründe Potansiyel Kullanım Alanları

Ekmek hamuruna eklenen süt yan ürünleri, ekmeğin tazelik süresini uzatmakta, hacmini artırmakta, aromatik özelliklerini iyileştirmekte ve gözenek yapısını düzenlemektedir. Ayrıca, pişmiş ekmek kabuğunda istenilen çekici rengin oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Konar, 1978; Elgün, 1986).

Ekmek üretiminde katkı maddelerinin kullanımı, temel bir gıda maddesi olarak beslenme açısından büyük bir öneme sahip olup, yüksek üretim kapasitesi ve yoğun rekabet ortamında sektörün kalite ve çeşitlilik açısından gelişmesine kritik bir rol oynamaktadır. Tam ya da yarım yağlı süt tozu, peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu protein konsantresi gibi farklı formlarda, fırıncılık ürünlerinin besin (özellikle lizin zenginleştirilmesi) ve kalite özelliklerini geliştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Kuru madde üzerinden, %1'lik katkının kullanılan suyun yaklaşık üçte birine, %2'lik katkının ise yarısına denk geldiği belirlenmiştir. Eğer bu ürünler sıvı halde pastörize edilip daha geniş bir kullanım alanına sunulursa, kalite artırıcı katkı maddeleriyle kullanım oranları daha da yükseltilebilir. Ayrıca, toz formuna göre daha ekonomik bir kullanım imkânı bularak, hem sütçülük hem de ekmekçilik sektörlerine değer katması sağlanabilir (Demir vd., 2009).

Bu alandaki araştırmalar genellikle ekmek formülasyonunda suyun yerine peyniraltı suyu kullanılarak elde edilen hamur ve ekmeklerdeki teknolojik kalite ile besin değerinin iyileştirilmesine odaklanmaktadır (Ertugay ve ark., 1987; Demir ve ark., 2009; Cansız ve ark., 2020).

Ekmek üretiminde peyniraltı suyu protein konsantresi ve peyniraltı suyu tozu kullanımı, proteince zenginleştirilmiş ekmekler gibi özel ürünlerin üretimine olanak tanımakta, ekmeğin besin değerini artırmakta ve pazara sunulan ekmek türlerinin kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak, bu ürünlerin mevcut formuyla ve aşırı miktarda ekmek üretiminde kullanılması, yüksek laktoz içeriği ve mineral maddeler nedeniyle ekmek kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Laktozun yol açtığı yüksek ozmotik basınç, maya aktivitesini engelleyebilir; peyniraltı suyunun önemli bileşenlerinden biri olan proteoz-pepton ise hamurun yumuşamasına ve ekmek hacminin azalmasına sebep olabilir. Eğer doğrudan peyniraltı suyu tozu kullanılacaksa, oranının %1 ile %7 arasında olması gerekmektedir. Peyniraltı suyu protein konsantreleri ise ekmek üretiminde yaklaşık %2 oranında kullanılmalıdır (Sienkiewicz vd., 1990; Burrington, 1999; Ertugay vd., 1987).

Peyniraltı suyunun, unlu mamüllere eklenmesinin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, ekmeklerin protein içeriğinin %20 oranında arttığı ve bu ekmeklerde daha fazla mineral (özellikle kalsiyum ve fosfor) tespit edildiği belirlenmiştir. Peyniraltı suyunun katkısıyla yapılan keklerde ise su kaybının %15 oranında azaldığı ve dokunun daha nemli olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, bisküvi ürünlerinde peyniraltı suyu eklemesi ile ürünün daha gevrek bir dokuya kavuştuğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, peyniraltı suyunun unlu mamüller üretiminde besin değeri artırıcı ve doku iyileştirici özellikler taşıdığını göstermiştir (Ribeiro ve ark., 2021).

Franco ve ark. (2020) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, peyniraltı suyunun eklenmesiyle yapılan bisküvilerin protein içeriği %25 oranında arttığını, yağ oranının ise %10 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, bu ürünlerin lif içeriği %12 artmış ve bisküvilerin glisemik indeksi %15 oranında düşmüştür. Bunun yanı sıra, peyniraltı suyu katkısının, bisküvilerin raf ömrünü %20 oranında uzattığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, peyniraltı suyunun unlu mamüllerde, hem besin değeri hem de raf ömrü açısından faydalı bir katkı sunabileceğini ortaya koymaktadır.

Khan ve ark. (2021), peyniraltı suyunun kek ve ekmek üretimindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, peyniraltı suyunun eklenmesiyle yapılan keklerin protein içeriği %30 oranında artarken, mineral içeriği (özellikle kalsiyum ve magnezyum) %25 oranında yükselmiştir. Ekmeklerde ise peyniraltı suyu katkısının, ekmek hacmini %10 oranında artırdığı ve daha yumuşak bir doku sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bu ürünlerin su içeriği %5 oranında daha fazla bulunmuş ve taze kalma süresi uzamıştır. Çalışmanın sonuçları, peyniraltı suyunun unlu mamüllerin yapısal özelliklerini ve besin içeriğini iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

Santos ve ark. (2022), peyniraltı suyunun unlu mamüllere entegrasyonu üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, peyniraltı suyu eklenen ekmeklerde protein içeriğinin %22 oranında arttığı ve bu ekmeklerin kalsiyum içeriğinin %30 oranında yükseldiği bulunmuştur. Ayrıca, peyniraltı suyu katkılı ürünlerde su oranının %7 daha fazla olduğu ve dokunun daha elastik hale geldiği tespit edilmiştir. Bisküvilerde ise peyniraltı suyunun doku özelliklerini iyileştirdiği ve ürünlerin daha gevrek bir yapıya kavuşmasını sağladığı gözlemlenmiştir.

Literatürde, peyniraltı suyu ile yapılan araştırmalara bakıldığında, genellikle unlu mamüllere peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu proteinleri ve peyniraltı suyu konsantresi şeklinde ilave edildiği ve bu kullanımın ürünlerin besleyici ve fizikokimyasal özellikleri üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmektedir. Ancak, özellikle tam buğday unuyla üretilen fırıncılık ürünlerinde peyniraltı suyu kullanımının sınırlı olduğu da belirtilmektedir.

3.2.2. Peyniraltı Suyunun İçecek Sektöründe Potansiyel Kullanım Alanları

Peyniraltı suyunun içecek üretiminde kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, genellikle tatlı peyniraltı suyu olarak adlandırılan ve peynir üretiminde artan enzimli peyniraltı suyunun hammadde olarak tercih edildiği görülmektedir. Çeşitli araştırmacılar, ürünü içilebilir hale getirebilmek için meyve suları, konsantreler, pulplar, nektarlar veya şuruplar eklemektedir. Ürünün asiditesini dengelemek amacıyla genellikle sitrik asit kullanılmaktadır. Ayrıca bazı araştırmacılar, ürünü tatlandırmak için fruktoz veya enzimatik olarak hidrolize edilmiş laktoz kullanırken, bazıları ise yapay tatlandırıcıları tercih etmektedir (Esmek, 2014).

Son yıllarda, peyniraltı suyu içeceklerinin formülasyonları ve üretim yöntemleri geliştirilmiş ve meyve konsantresi eklenerek üretilen içecekler, %5-20 arasında değişen meyve kuru madde oranları ile patentlenmiştir. Bu tür içeceklerin, taze peyniraltı suyunun tuzlu ve ekşi aromalarını maskeleyen açısından etkili olduğu kanıtlanmıştır. Demir ve antioksidanlar açısından zengin olan dutsu meyvelerinin bu ürünlere eklenmesi başarılı sonuçlar vermiştir. Peyniraltı suyunun laktik asit bakterileri ile fermentasyonu sonucu elde edilen probiyotik içecekler, probiyotik suşların kolesterolü düşürme, laktoz metabolizmasını düzenleme, kan basıncını azaltma, antikanserojenik özellikler gösterme ve bağışıklık sistemini güçlendirme gibi faydalı etkilerinden dolayı büyük ilgi görmektedir. Burada, probiyotik suş seçiminin ürünün yapısı ve aromasını belirleyici bir faktör olduğu vurgulanmaktadır (Hernandez Mendoza ve ark., 2007).

Peyniraltı suyu bünyesinde bulunan laktoz içeriğiyle alkollü içecek üretimi için uygun bir malzeme konumundadır. Düşük alkollü içecekler ($\leq$ %1.5) olarak tanımlanan peyniraltı suyu içecekleri, laktozun

doğrudan fermantasyonu veya istenilen alkol seviyesine (%0.5-1.0) ulaşabilmek için sakaroz ilavesi, aromalandırma, tatlandırma ve ambalajlama aşamalarını içermektedir. Bu süreçte, mevcut laktoz laktik aside dönüşürken, geriye kalan fermente maddeler alkole dönüşmektedir ve bu da son ürüne ferahlatıcı ve ekşi bir tat katmaktadır. Ayrıca, *Kluyveromyces marxianus* mayası kullanılarak laktozun fermente edilmesiyle daha yüksek alkol konsantrasyonuna sahip içecekler üretilebilmektedir. Peyniraltı suyu ile üretilen peyniraltı suyu birası, şarabı ve likörleri, uluslararası pazarda tüketiciye sunulmaktadır (Dragone ve ark., 2009).

Bir çalışmada peyniraltı suyu, muz suyu ile tatlandırılmış ve *Mentha arvensis* (%0-4) ile karıştırılarak üretilmiştir. *Mentha arvensis* bitkisinin %2 oranında eklenmesinin içeceğin organoleptik özelliklerini geliştirdiği, ancak bu oranın %4'e çıkarılmasının içeceğin kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bildirilmiştir. Ayrıca, bu içeceğin 15 gün boyunca depolanabileceği belirtilmiştir. Bu çalışma, muz suyu ve peyniraltı suyu ile birlikte *Mentha* gibi bitkisel tedavi edici ekstrelerin kullanıldığı içeceklerin hem besleyici özellikler sunduğunu hem de antibakteriyel, hastalıkları önleyici ve organoleptik özelliklere sahip olduğunu vurgulamaktadır (Yadav ve ark., 2010).

Başka bir çalışmada, peyniraltı suyu ve ananas kullanılarak probiyotik bir içecek geliştirilmesi amaçlanmıştır ve burada probiyotik mikroorganizma olarak *Lactobacillus acidophilus* tercih edilmiştir. Ananas suyu eklenme oranı, temel duyu kalite değerlendirmeleriyle optimize edilmiştir. Fermentasyon sırasında pH ve asidite gibi parametreler, %1 oranında *Lactobacillus acidophilus* kullanılarak belirlenmiş ve en uygun duyu kaliteye ulaşılmıştır. %65 peyniraltı suyu ve %35 ananas oranıyla 5 saat boyunca fermente edilen içecek, duyu analizlerde en yüksek puanı almıştır (Shukla ve ark., 2013).

Bir başka çalışmada, peyniraltı suyu, mango pulpu ve distile limon otu (*Cymbopogon flexuosus*) ile içecek hazırlanmıştır. Bu içeceklerin yapımında distile limon otu oranı %0-2.5 (v/v) arasında değişirken, mango %12, şeker %8, su %48 ve peyniraltı suyu %32 oranlarında sabit tutulmuştur. Organoleptik açıdan en yüksek puan, %1.5 distile limon otu oranlı örnekte elde edilmiştir. Limon otu miktarının artırılmasının, organoleptik puanı düşürdüğü bildirilmiştir (Sahu ve ark., 2005).

Kaya ve Çolak (2021) tarafından yapılan bir araştırmada, peyniraltı suyunun eklenmesiyle üretilen içeceklerde protein içeriğinin %15 oranında arttığı tespit edilmiştir. Özellikle sporcu içeceklerinde peyniraltı suyu eklemesi ile yapılan içeceklerin kalsiyum ve magnezyum oranlarının sırasıyla %18 ve %12 oranında arttığı bulunmuştur. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen içeceklerin daha iyi bir emilim sağladığı ve sindirim sistemi üzerinde faydalı etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Peyniraltı suyu, içeceklere dahil edilerek bu ürünlerin besin değerini artırmakta ve sporcular için daha fonksiyonel hale gelmesini sağlamaktadır.

Bir araştırmada, peyniraltı suyu eklenen içeceklerin protein içeriğinde %20'lik bir artış gözlemlenirken, bu içeceklerin biyolojik değerinin de iyileştiği bulunmuştur. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen enerji içeceklerinde, laktoz içeriği %25 oranında azalmış ve kalsiyum seviyeleri %22 oranında artmıştır. Bu çalışma, peyniraltı suyunun özellikle sporcular ve aktif bireyler için önemli bir besin kaynağı sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, peyniraltı suyunun fermente edilerek probiyotik içeriğin artırılacağı ve bu içeceklerin sindirim sağlığına katkı sağlayabileceği vurgulanmıştır. (Franco ve ark., 2021)

Smith ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, peyniraltı suyu eklenmiş içeceklerin mineral ve protein içeriğini %20 oranında artırdığı, aynı zamanda kalori içeriğinin %10 oranında azaldığı belirlenmiştir. Özellikle düşük kalorili içeceklerde peyniraltı suyu kullanımı, içeceklerin besin değerini önemli ölçüde artırırken, tatlılık seviyelerinin de iyileştiği gözlemlenmiştir.

Olumlu etkilerinin yanısıra, içecek sektöründe sıklıkla peyniraltı suyunun kullanılmasının önündeki engel, peyniraltı suyunun standardizasyonunun olmamasıdır.

3.2.3. Peyniraltı Suyunun Gıdalarda Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilmesi

Peyniraltı suyu tozunun çerez kaplamaları, tuzlu bisküviler, peynir temelli soslar, çorbalar, patates cipsleri ve pek çok başka gıda ürününde katkı maddesi olarak yer alabilmektedir (Küçüköner, 2011).

Peyniraltı suyu, besin değeri yüksek ve çok yönlü bir bileşen olarak, gıda endüstrisinde çeşitli katkı maddeleriyle birlikte kullanılabilir. Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan E 452, E 471, E 407, ve E 330 gibi

katkı maddeleri, peyniraltı suyunun gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanımını destekleyen ve iyileştiren bileşenlerdir. Akademik çalışmalar, peyniraltı suyunun gıda endüstrisindeki kullanım potansiyelini artırırken, aynı zamanda bu maddelerin gıda güvenliğini ve kaliteyi nasıl iyileştirebileceğini detaylandırmaktadır. Bazı ürünlerin kıvamında ve stabilitesinde artış, bazı ürünlerde emülsiyon özelliklerini güçlendirme, bazı ürünlerde ise doku yapısını iyileştirme sonuçları gözlemlenmiştir. Ayrıca peyniraltı suyu içerdiği yüksek C vitamini ile doğal bir koruyucu rolü üstlenme potansiyeline sahiptir.

3.2.4. Peyniraltı Suyunun Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanımı

Peyniraltı suyu, proteinler (özellikle serum proteinleri), laktoz, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum) ve bazı vitaminler (özellikle B grubu vitaminler) bakımından zengindir. İçeriği bakımından oldukça besleyici olan bu sıvı, süt ve süt ürünlerinde kullanılabilecek değerli bir kaynak haline gelir. Bu özellikleri, peyniraltı suyunu pek çok gıda ürünüde kullanmaya olanak tanır.

Alkal ve ark. (2016), kefir üretiminde farklı oranlarda (%10, %20 ve %30) peyniraltı suyu eklenmiş sütlerden elde edilen kefirlerin özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada, depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde, fizikokimyasal ve duyu özellikleri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, peyniraltı suyu katkılı sütlerden üretilen kefirlerin genel olarak kabul edilebilir nitelikte olduğunu ve kontrol grubuna göre özellikle serum ayrılması ve tat açısından daha olumlu sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Demirtaş ve Yılmaz (2021), peyniraltı suyunun yoğurt üretimindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, peyniraltı suyu eklenen yoğurtların protein içeriğinin %18 oranında arttığı, kalsiyum ve fosfor içeriğinin ise sırasıyla %15 ve %12 oranında yükseldiği bulunmuştur. Ayrıca, bu yoğurtların daha yoğun ve kıvamlı bir dokuya sahip olduğu tespit edilmiştir.

González ve ark. (2020), peyniraltı suyunun peynir üretimindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma, peyniraltı suyu eklenmiş peynirlerin protein içeriğinin %22 oranında arttığını ve mineral içeriğinin %18 oranında zenginleştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu peynirlerin daha nemli ve yumuşak bir dokuya sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma, peyniraltı suyunun peynir üretiminde bir katkı maddesi olarak kullanılmasının, beslenme değerini artırmada önemli bir rol oynadığını ve ürünün doku özelliklerini iyileştirdiğini göstermektedir.

Ahmed ve ark. (2022), peyniraltı suyunun sütlü tatlılar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, peyniraltı suyu içeren sütlü tatlıların protein içeriğinin %20 oranında arttığı ve kalsiyum seviyelerinin %17 oranında yükseldiği bulunmuştur. Ayrıca, bu tatlıların nem içeriğinin %12 arttığı ve dokularının daha yumuşak ve pürüzsüz hale geldiği gözlemlenmiştir. Çalışmanın bulguları, peyniraltı suyu eklenmiş sütlü tatlıların tatlarının daha dengeli olduğunu ve raf ömürlerinin %10 oranında uzadığını göstermektedir.

Nguyen ve ark. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada, peyniraltı suyu eklenen süt içeceklerinin protein içeriğinin %18 oranında arttığını ve minerallerin özellikle kalsiyum ve magnezyum seviyelerinin %14 oranında yükseldiğini bulmuşlardır. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen içeceklerin tatlarının daha dengeli olduğu ve şeker içeriğinin %8 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen süt içeceklerinin raf ömrünün %12 oranında uzadığı tespit edilmiştir.

Santos ve ark. (2021), peyniraltı suyunun dondurma üretiminde kullanımını araştırmışlardır. Çalışmada, peyniraltı suyu eklenen dondurmaların protein içeriğinin %25, kalsiyum içeriğinin ise %20 oranında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu dondurmaların daha kremamsı bir dokuya sahip olduğu ve şeker içeriğinin %15 oranında azaldığı bulunmuştur. Dondurmaların raf ömrü %10 oranında uzamış ve ürünlerin besin değeri önemli ölçüde iyileşmiştir.

3.2.5. Peyniraltı Suyunun Et ve Et Ürünlerinde Kullanımı

Demineralize peyniraltı suyu tozu ve denatüre laktalbumin, et ve emülsiyon bazlı et ürünlerinde etkin şekilde kullanılabilmektedir. Araştırmalar, peyniraltı suyunun et ve et ürünlerine yaklaşık %5.5 oranında dahil edilebileceğini ortaya koymuştur (Zorba ve ark., 1998). Peyniraltı suyu proteini, kısmen et proteini yerine geçebilir ve soya proteini, diğer bağlayıcı maddeler, lifler, modifiye nişasta ve hidrokolloidler gibi bileşenler için alternatif bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Prabhu, 2006; Youssef & Barbut,

2011). Özellikle kesimhane ürünleri, örneğin sosis, salam, mortadella, öğle yemeği etleri ve surimi gibi ürünlerin üretiminde önemli bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (De Wit, 2001).

Serrano ve ark. (2021), özellikle gıda koruyucularına alternatif bir bileşen olarak incelemişlerdir. Çalışmada, peyniraltı suyu eklenerek yapılan et ürünlerinde mikrobiyal aktivitenin %30 oranında azaldığı ve raf ömrünün %25 oranında uzadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, peyniraltı suyu içeren et ürünlerinin besin içeriğinin önemli ölçüde arttığı, özellikle protein ve mineral seviyelerinin %18 oranında yükseldiği tespit edilmiştir.

Khan ve ark. (2022), özellikle işlenmiş et ürünlerinde peyniraltı suyunun dahil edilmesiyle, ürünlerin protein içeriğinin %20 oranında arttığı ve minerallerin (özellikle potasyum ve fosfor) %15 oranında yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca, peyniraltı suyunun et ürünlerinin dokusunu iyileştirdiği ve ürünlerin daha taze kalma süresini %10 oranında uzattığı gözlemlenmiştir.

Çelik ve Özdemir (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, peyniraltı suyu eklenmiş sosislerin protein içeriğinin %18 oranında arttığı, kalsiyum içeriğinin ise %15 oranında zenginleştiği bulunmuştur. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen et ürünlerinde, yağ içeriğinde %10'luk bir azalma gözlemlenmiştir. Peyniraltı suyu eklenen et ürünlerinin raf ömrü %12 oranında uzamış ve mikrobiyal büyüme %20 oranında azalmıştır.

Li ve ark. (2022), peyniraltı suyunun et ürünlerinde kullanımıyla ilgili olarak özellikle köfte üretimi üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada, peyniraltı suyu eklenen köftelerin protein içeriğinin %22 oranında arttığı ve besin değeri açısından önemli bir iyileşme sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca, peyniraltı suyu içeren köftelerin yağ içeriğinin %15 oranında azaldığı ve böylece daha sağlıklı bir ürün elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışma, peyniraltı suyunun köfte gibi işlenmiş et ürünlerinde hem besin içeriğini zenginleştiren hem de daha düşük yağ içeriği sağlayan bir katkı maddesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenen köftelerin raf ömrü %18 oranında uzamış ve ürünlerin mikrobiyolojik güvenliği %25 oranında iyileşmiştir.

Martinez ve ark. (2020), peyniraltı suyunun sucuk üretiminde kullanılm potansiyelini incelemişlerdir. Çalışmada, peyniraltı suyu eklenmiş sucukların protein içeriğinin %20 oranında arttığı, yağ içeriğinin ise %12 oranında azaldığı bulunmuştur. Ayrıca, peyniraltı suyu eklenmiş sucukların dokusunun daha yumuşak ve homojen olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, peyniraltı suyunun eklenmesiyle yapılan sucukların raf ömrü %15 oranında uzamış ve ürünlerin mikrobiyal bozulma oranı %20 oranında azalmıştır. Peyniraltı suyu içeren sucuklar, daha uzun süre taze kalmış ve daha güvenli bir gıda alternatifi oluşturmuştur.

3.3. Biyoteknoloji Alanında Potansiyel Kullanım Alanları

Biyoteknolojik işlemler, peyniraltı suyunun değerli bileşiklerinin elde edilmesi ve yeniden kullanılması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, mikroorganizmaların (bakteriler, maya ve mikroalgler) peyniraltı suyundaki organik maddeleri biyolojik olarak aktif bileşiklere (örneğin probiyotikler, biyoyakıtlar ve bioaktif peptitler) dönüştürdüğünü ortaya koymuştur. Bu biyoteknolojik süreçler, biyoteknoloji ve moleküler biyoloji alanındaki gelişmelerle daha verimli hale getirilebilir.

Peyniraltı suyundan yapılan çeşitli işlemlerle biyogaz, etil alkol, alkollü içkiler, tek hücreli protein, antibiyotik ve hidrojen gazı gibi bir dizi ürün elde edilmektedir. Ancak, peyniraltı suyunun sadece yarısı yeni ürünlere dönüştürülebilmektedir (Göblös ve ark., 2008).

Kara ve Aydın (2021) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, peyniraltı suyunun biyoteknolojik üretim süreçlerinde, özellikle mikrobiyal biyokatalizör üretimindeki potansiyeli incelenmiştir. Bu araştırmada, peyniraltı suyunun, *Aspergillus niger* mikroorganizması tarafından fermente edilerek üretilen enzimlerin etkinliği test edilmiştir. Sonuçlar, peyniraltı suyunun kullanıldığı ortamda enzim üretiminin %30 oranında arttığını ve enzim aktivitesinin önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir.

Chen ve ark. (2022), peyniraltı suyunun biyoenerji üretiminde kullanımını incelemişlerdir. Araştırmada, peyniraltı suyunun metan üretimi için uygulanan biyolojik süreçlerde (metanogenez) kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Peyniraltı suyu eklenen biyoreaktörde, metan üretiminin %40 oranında arttığı

gözlemlenmiş ve bu da biyogaz üretiminin verimliliğinde önemli bir iyileşme sağlandığını göstermektedir.

3.3.1. Etil Alkol Üretimi

Peyniraltı suyunda bulunan tek fermente edilebilir karbonhidrat laktozdur. Laktoz, peynir altı suyunun yaklaşık %4-5'ini oluşturur. Laktozu fermente edebilen mikroorganizmalar kullanılarak etil alkol üretimi yapılabilir. Bu süreçte, uygun fiziksel özelliklere sahip mikroorganizma türünü seçmek büyük önem taşımaktadır (Zafar ve Owais, 2006; Kosseva ve ark., 2009). Bunun nedeni, pek çok maya suşunun laktozu etil alkole dönüştürme kapasitesine sahip olmamalarıdır. Örneğin, *Saccharomyces cerevisiae* türü, galaktozu fermente edecek kadar enzime sahip olmadığından, bu yetenekten yoksundur (Kargi & Ozmihci, 2006). Bu yüzden, *S. cerevisiae* ile laktoz fermantasyonu sırasında, laktozun önceden enzimatik ya da kimyasal hidrolize uğraması gerekebilir (Kuşçu & Kuşçu, 2003).

Etil alkol üretimi genellikle şu şekilde yapılır: Peynir altı suyu kaynatılır ve pH değeri 5'e ayarlanır. Fermantasyonun etkinliğini artırmak için, genellikle ultrafiltrasyon yöntemiyle proteinler uzaklaştırılır. Ardından filtrat 33-34°C'ye soğutulur ve uygun maya eklenir. Fermantasyon tamamlandığında maya ayrılır ve alkol damıtılır (Kargi ve Ozmihci, 2006; Webb & Whittier, 1948).

Bir araştırmada, *K. marxianus* kullanılarak başlangıçta 35 g/L olan laktozdan 22 saat sonunda 2,10 g/L etanol üretimi elde edilmiştir. Ancak, laktoz fermantasyonunda şeker konsantrasyonunun %2'yi geçmesi ve fermantasyon sonucu etil alkol birikiminin artmasıyla, etil alkol üretiminin azaldığı gözlemlenmiştir (Zafar ve Owais, 2006).

3.3.2. Alkollü İçkilerin Üretimi

Alkollü içecek üretiminde, ilk adım olarak peynir altı suyundaki proteinler ısıl işlemlerle ayrılır. Ardından, uygun mikroorganizmalar kullanılarak fermantasyon işlemi gerçekleştirilir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, *K. fragilis* ve *K. marxianus* türlerinin bu işlem için en uygun mikroorganizmalar olduğu belirlenmiştir (Dragone ve ark., 2009). Alkollü peynir altı suyu içecekleri genel olarak üç ana kategoriye ayrılmaktadır (Holsinger, 2010).

- Alkol içeriği %1'den az olan içkiler
- Peynir altı suyu birası
- Peynir altı suyu şarabı

3.3.3. Tek Hücre Proteini Üretimi

Dünya genelinde protein eksikliğinin giderilmesi amacıyla, insan beslenmesinin temel bileşenleri olan lipit, karbonhidrat, vitamin ve mineraller gibi maddeleri hızla sentezleyebilen mikroorganizmalar son yıllarda büyük bir önem kazanmıştır. Bu mikroorganizmaların ekonomik olarak erişilebilir inorganik azot kaynakları üzerinde geliştirilmesiyle, tek hücre proteini üretimi gerçekleştirilmektedir (Kuşçu & Kuşçu, 2003; Anupama, 2000).

Peynir altı suyu, üretim sürecinde kullanılmadan önce, seçilen mikroorganizma için en uygun pH değerine ayarlanır. Fermantasyon sıcaklığı ise kullanılacak mikroorganizmaya göre 30-45°C arasında belirlenir. Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra elde edilen tek hücre proteini, ya bir separatör ile ayrılır ya da buharlaştırıcıda yoğunlaştırılır. Bu işlemlerden sonra ürün, kurutularak kullanıma hazır hale getirilir (Üçüncü, 2008).

Santos ve ark. (2020), gerçekleştirdikleri çalışmada, peynir altı suyunun *Candida utilis* mikroorganizmaları tarafından fermente edilmesiyle elde edilen protein veriminin %25 oranında arttığı tespit etmişlerdir. Ayrıca, peyniraltı suyu içeren ortamlarda mikroorganizma biyokütlesinin %20 oranında bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, peynir altı suyu, tek hücre proteini üretimi için verimli bir substrat olarak kullanılabilir.

3.3.4. Bakteriyosin Üretimi

Bakteriyosinler, bakteriler tarafından üretilen ve protein yapısına sahip doğal antimikrobiyal bileşiklerdir. Gıdalarda genellikle laktik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinler, aynı zamanda *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Staphylococcus* gibi farklı mikroorganizmalar

tarafından da sentezlenebilmektedir. Bu bileşiklerin, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* gibi birçok patojen üzerinde etkili olmaları, gıda sektöründe koruyucu madde olarak yaygın bir şekilde kullanılmalarını sağlamaktadır (Kurt & Zorba, 2005).

Peynir altı suyu, gıda endüstrisinin yan ürünü olarak, bakteriyosin üretimi için diğer kaynaklara kıyasla daha düşük maliyetlidir. Bu ekonomik avantajı sayesinde son yıllarda peynir altı suyundan bakteriyosin üretimine olan ilgi artmıştır. Özellikle nisin ve pediosin üretimi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Aaruz ve ark., 2008).

Yılmaz ve ark. (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada, peyniraltı suyunun *Lactobacillus* türü bakterilerin üretiminde kullanılması sonucu bakteriyosin üretiminde %30'luk bir artış gözlemlenmiştir. Peynir altı suyu, mikroorganizmaların büyümesini teşvik ederek daha yüksek verim elde edilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, peynir altı suyu içeren ortamda üretilen bakteriyosinlerin, gıda ürünlerinde patojen mikroorganizmaların gelişimini engellediği ve bu sayede ürünlerin raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

3.3.5. Nisin Üretimi

Özellikle nisin üretimi, peyniraltı suyunun biyoteknolojik potansiyelinden yararlanılabileceği alanlardan biridir. Nisin, *Lactococcus lactis* bakterisi tarafından süt ve süt ürünlerinden elde edilen ortamda fermentasyon yoluyla üretilen bir antibakteriyel peptittir. Gram-pozitif bakteriler üzerinde etkili olan nisin, gıda endüstrisinde koruyucu madde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kurt & Zorba, 2005).

Yapılan araştırmalar, peyniraltı suyu ile yapılan fermentasyonların, geleneksel besiyerlerine göre daha verimli sonuçlar verdiğini göstermektedir. Örneğin, peyniraltı suyu ve kazein hidrolizatlarının karıştırıldığı bir biyoreaktör ortamında yapılan sürekli kültür fermentasyonlarında, nisin üretimi pH 5.5, 31°C ve 0.2/saat seyreltme oranı ile en yüksek verimliliği sağlamıştır. Bu koşullarda 5.1×10^4 AU/mL nisin elde edilmiştir (Aaruz ve ark., 2008).

Peyniraltı suyunun nisin üretiminde kullanılması, hem atık yönetimi hem de biyoteknolojik ürünlerin maliyetinin azaltılması açısından büyük faydalar sağlamaktadır.

3.3.6. Laktik Asit Üretimi

Laktik asit üretimi, genellikle heksoz şekerinin fermentasyonu ile gerçekleştirilir. Laktik asit bakterileri kullanılarak yapılan geleneksel üretim süreci iki ana yöntemle yapılır: homolaktik ve heterolaktik fermentasyon (Panesar ve ark., 2007).

Homolaktik fermentasyonda 1 mol D-glikozdan 2 mol laktat üretimi gerçekleşirken, heterolaktik fermentasyonda ise 1 mol D-glikozdan 1 mol laktat ve 1 mol etanol meydana gelir (Panesar ve ark., 2007). Geleneksel üretim yöntemlerinin yanı sıra, peynir altı suyundan laktik asit üretimi farklı tekniklerle de yapılmaktadır. Bu yöntemler arasında hücresiz fermentasyon teknolojisi ve immobilize hücre teknolojisi yer almaktadır. Immobilize hücre teknolojisinin bu süreçte kullanılması, işlem maliyetlerini düşürmeye yardımcı olmaktadır (Panesar ve ark., 2007).

Bir çalışmada, proteini alınmış peynir altı suyuna *L. helveticus* eklenerek 11 kg/m^3 laktik asit üretimi gözlemlenmiştir (Uribarri ve ark., 2004).

Meyer ve ark. (2020) peyniraltı suyunun laktik asit üretimi üzerindeki biyoteknolojik etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında, peynir altı suyu içeren ortamda laktik asit üretiminin %28 oranında arttığı gözlemlenmiş ve bu da biyoteknolojik üretim süreçlerinin verimliliğini artırmıştır. Ayrıca, peynir altı suyunun kullanımı, hammaddelerin maliyetini %15 oranında azaltmış ve biyoteknolojik süreçlerin ekonomik hale gelmesini sağlamıştır.

3.4. Çevre Alanında Potansiyel Kullanım Alanları

Çevre kirliliği değerlendirilirken, genellikle Biochemical Oxygen Demand (BOD), yani biyokimyasal oksijen ihtiyacı değeri kullanılır (Kinekawa & Kitabatake, 1996). Peyniraltı suyunun biyolojik oksijen ihtiyacı, 39000-48000 ppm arasında değişmektedir ve içerdiği organik maddeler, kirlenme kaynağını oluşturur. Bu organik maddeler, suda çözünmüş oksijeni tükettikleri için, suda yaşayan canlılar, özellikle balıklar, yaşamaları için gerekli oksijeni bulamayarak ölmeye başlarlar. Bunun sonucunda, toksik etkiler gösteren bazı alg türlerinin ve zehirli bitkilerin çoğalması kolaylaşır. Örneğin, günde 10

ton süt işleyip 8 ton peynir altı suyunu atık olarak döken bir tesis, 8 bin kişilik bir kentin yaptığı kadar çevre kirliliğine yol açmaktadır (Metin, 1983; Üçüncü, 2005; Yalçın ve ark., 1994).

Rodriguez ve ark. (2020), peyniraltı suyunun metan üretiminde kullanılmasını araştırmış ve atıktan elde edilen metan miktarının %35 oranında arttığını tespit etmiştir. Bu metan, biyogaz olarak dönüştürülüp enerjiye çevrilmiş ve çevresel etkiler azaltılmıştır.

Lopez ve ark. (2021), peyniraltı suyunun atık su arıtma sistemlerinde kullanımını araştırmışlardır. Çalışmada, peynir altı suyunun ağır metaller ve organik kirleticilerin giderilmesinde etkili bir adsorban olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Peynir altı suyunun eklenmesiyle ağır metal kirliliği %30 oranında azalmış, organik atıklar ise %25 oranında daha hızlı temizlenmiştir. Peynir altı suyunun su arıtma sistemlerinde kullanılması, atıkların verimli şekilde giderilmesine ve doğal su kaynaklarının korunmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, peynir altı suyunun biyolojik arıtma sistemlerinin performansını %20 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir.

Dufresne ve ark. (2022), peyniraltı suyunun yenilenebilir enerji üretiminde kullanılabilirliğini incelemiş ve biyogaz üretiminde metan miktarının %35 oranında arttığını gözlemlemişlerdir. Peynir altı suyu, biyogaz üretiminde enerji verimliliğini artırarak, atıkların çevre dostu şekilde değerlendirilmesini sağlar. Çalışma, peynir altı suyunun biyogaz üretiminde kullanılan substrat olarak potansiyel taşıdığını ve bu süreçte elde edilen enerji miktarının geleneksel biyokütle kaynaklarına göre %40 daha yüksek olduğunu göstermiştir. Peynir altı suyunun biyogaz üretimi için kullanımı, enerji üretim maliyetlerini %15 oranında düşürmekte ve çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır.

Silva ve ark. (2020), peynir altı suyundan üretilen biyogazın enerji üretiminde kullanılabileceğini ve %40 verimle elektrik üretilebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışma, peynir altı suyunun yenilenebilir enerji üretiminde çevre dostu bir çözüm sunduğunu ve potansiyelini ortaya koymaktadır.

Öztürk ve Yıldız (2022), peynir altı suyunun çevre dostu ambalaj malzemeleri üretimindeki kullanım potansiyelini incelemişlerdir. Çalışmada, peynir altı suyunun biyoplastik üretiminde kullanılmasıyla biyoplastiklerin mekanik dayanıklılığının %15 oranında arttığı, esnekliğinin ise %20 oranında iyileştiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, peynir altı suyunun biyoplastik malzemelere katkı sağladığını ve çevreye zarar vermeyen alternatifler sunduğunu göstermektedir. Ayrıca, peynir altı suyunun içeriğindeki protein ve karbonhidratlar, biyoplastik üretiminde bağlayıcı madde olarak işlev görmektedir. Çalışma, peynir altı suyunun ambalaj malzemesi üretiminde çevresel sürdürülebilirlik sağladığını ve atık yönetiminde önemli bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu biyoplastikler, geleneksel plastiklerden %40 daha hızlı biyolojik olarak çözünebilmektedir.

Tüketicilerin yüksek kaliteli ve uzun raf ömrüne sahip gıda ürünlerine olan talebinin artması ve çevre dostu geri dönüşümlü ambalaj malzemelerine duyulan ihtiyaç, yenilebilir film araştırmalarına olan ilgiyi artırmıştır. Peynir altı suyu proteinleriyle üretilen filmler, özellikle oksijen geçirgenliğini engelleme konusunda önemli avantajlar sunmaktadır. Peynir altı suyu proteinlerinden yapılan filmler, şeffaf, kokusuz ve yüksek esneme kapasitesine sahip olup, gıda ambalajlamada etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, bu protein kaplamalar, dondurulmuş balıklarda antioksidan etkiler gösterirken, kavrulmuş fıstıklarda oksijen alımını engelleyerek acılık, ekşilik ve küflenmeyi önlemektedir. Peynir altı suyu proteini ve asetile edilmiş monogliserit karışımlarından yapılan kaplamalar ise kahvaltılık gevreklerde nem geçişini kontrol etmekte ve kuru üzümün yapışkanlık sorununu azaltmaktadır (Seydim ve ark., 2007).

Li ve ark. (2021), peyniraltı suyunun biyolojik olarak çözünebilen film üretimindeki rolünü incelemişlerdir. Çalışmada, peynir altı suyunun protein ve polisakkarit içeriğinin biyolojik olarak çözünebilen film üretiminde bağlayıcı ajan olarak kullanıldığı ve bu filmlerin mekanik dayanımının %25 oranında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, peynir altı suyu ile üretilen biyofilm malzemelerinin geleneksel plastik ambalajlarla karşılaştırıldığında %30 daha hızlı biyolojik olarak parçalandığı tespit edilmiştir. Peynir altı suyundan üretilen biyofilm malzemeleri, gıda endüstrisi gibi çeşitli sektörlerde sürdürülebilir ambalaj çözümleri sunmaktadır.

3.5. Peyniraltı Suyunun Farklı Alanlarda Kullanımı

Peyniraltı suyu ve türevleri, birçok endüstride kullanılabilmektedir. Bunlar arasında margarin üretimi, maya ve sirke imalatı, limon asidi ve vitamin B12 üretimi, biyogaz üretimi, poliüretan köpük yapımı,

tarımsal ilaç üretimi, kimyasallar, boyalar, sentetik deterjanlar, temizlik maddeleri ve kozmetik ürünler yer almaktadır (Şengül, 1991).

Bakar ve ark. (2021), peynir altı suyunun çevre dostu yöntemlerle geri dönüştürülerek elde edilen organik gübrenin verimliliğini araştırmışlardır. Çalışmada, peyniraltı suyu kullanılarak elde edilen gübrenin toprak verimliliğini %25 oranında artırdığı ve bu gübrenin çevre dostu olduğunu, kimyasal gübrelerin yerine kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Zhang ve ark. (2020), peyniraltı suyunun organik gübre üretimindeki potansiyelini incelemişlerdir. Bu çalışmada, peyniraltı suyunun ham madde olarak kullanıldığı organik gübrenin besin içeriğinin %20 oranında arttığı belirlenmiştir. Özellikle peyniraltı suyunun azot ve fosfor gibi temel besin maddeleri bakımından zengin olduğu, bu sayede gübrenin verimliliğini artırdığı gözlemlenmiştir. Çalışma, peyniraltı suyunun çevre dostu gübre üretiminde kullanılarak çevresel kirlenmenin azaltılmasına katkı sağladığını ve bu gübrenin toprak verimliliğini %18 oranında artırarak ürünlerin büyüme hızını %25 oranında hızlandırdığını göstermektedir. Peyniraltı suyu, tarımda çevre dostu çözümler sunarak sürdürülebilir tarımı destekleyen önemli bir kaynak olarak dikkat çekmektedir.

4. SONUÇ

Peyniraltı suyu, gıda, biyoteknoloji ve çevre disiplinlerinin iş birliğiyle değerlendirilmesi gereken önemli bir atık kaynağıdır. Gıda sektörü, biyoteknolojik çözümler ve çevresel sürdürülebilirlik perspektifleriyle, peyniraltı suyunun potansiyelini en üst düzeye çıkarabilir. Bu multidisipliner yaklaşımlar sayesinde peyniraltı suyu, hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük bir fırsata dönüşebilir. Hem gıda ürünlerinin kalitesini artırmak hem de çevresel etkileri azaltmak adına bu alanlardaki çalışmaların artırılması, daha sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlayacaktır.

Teknolojik gelişmeler ve tüketicinin ilgisiyle artık ürün olmaktan çıkan peyniraltı suyunun değerlendirilerek çeşitli endüstrisinde kullanımı artmaktadır. Peyniraltı suyu, süt endüstrisinde çevre kirliliğine neden olan en önemli atıklardan birisidir. Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgisinin artmasıyla peyniraltı suyu proteinleri çeşitli gıdalara katkı olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. Gıda alanı ile multidisipliner çalışma potansiyeli yüksek biyoteknoloji ve çevre konularında peyniraltı suyu kullanım olanaklarında kesişmeler görülmektedir. Peyniraltı suyunun endüstride komplike ve çok yönlü kullanılmasıyla çevre kirliliği önlenerek gıda kayıplarının önüne geçilmiş olunacaktır.

KAYNAKÇA

- Aaruz, F., Kılıç, D., & Çelik, Z. (2008). Nisin production from whey by *Lactococcus lactis*: Optimization of fermentation conditions. *International Dairy Journal*, 18(9), 895-900.
- Ahmed, Z., Khan, M., & Farooq, A. (2022). Effects of whey addition on dairy desserts. *Food Research International*, 51(6), 1059-1065.
- Akal, G., Çetinkaya, D., & Yılmaz, S. (2016). Effects of whey addition on kefir characteristics. *Journal of Dairy Science and Technology*, 34(3), 254-261.
- Anupama, D. (2000). Single cell protein production from whey using *Candida utilis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 16(4), 335-338.
- Aydin, F., Toker, O., & Erdoğan, Z. (2022). pH and its effects on whey protein stability. *Food Chemistry*, 29(6), 350-355.
- Bakar, A., Turgut, E., & Demir, C. (2021). Whey-derived organic fertilizer: Effects on soil fertility and crop yield. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), 11322-11331.
- Chen, S., Wang, X., & Zhang, T. (2022). Whey as a substrate for bioenergy production: Enhanced methane yield and biogas production. *Bioresource Technology*, 367, 127415.
- Cuartas-Urbe, B., & Pérez, F. (2009). Peyniraltı suyunun işlenmesi ve kullanım alanları. *Süt Teknolojisi ve Çevre Dergisi*, 10(3), 56-63.
- Çelik, E., & Özdemir, B. (2021). Whey protein supplementation in sausages: Effects on nutritional content and shelf-life. *Journal of Meat Science and Technology*, 45(2), 110-115.
- De Wit, J. (2001). Whey proteins: Functional properties in meat products. *Food Technology*, 45(4), 28-33.
- Demirtaş, S., & Yılmaz, B. (2021). The effects of whey on the properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 29(5), 372-379.

- Dinçoğlu, D., & Ardiç, M. (2012). Peyniraltı suyu ve değerlendirilmesi. *Gıda Teknolojisi*, 12(3), 120-130.
- Dragone, G., Fava, F., & Gomes, D. (2009). The potential of whey in the production of fermented beverages. *Bioresource Technology*, 100(1), 135-142.
- Dragone, G., Fernandes, B. D., & Lima, U. F. (2009). Production of alcoholic beverages from whey: Viability and process optimization. *Journal of Food Science*, 74(3), 89-98.
- Dufresne, L., Martin, S., & Johnson, M. (2022). Renewable energy potential of whey: Methane production and energy efficiency in biogas production. *Bioresource Technology*, 345, 126263.
- Esmek, M. (2014). Tatlandırıcı ve asidite düzenleyicilerin peyniraltı suyu içeceklerinde kullanımı. *Journal of Dairy Science and Technology*, 24(3), 234-240.
- Evren, G., Çetin, M., & Şahin, B. (2011). The use of whey in various food products. *Food and Nutrition Research*, 22(4), 287-292.
- Franco, L., Franco, L., & Morales, L. (2021). Whey supplementation in energy drinks: Effects on nutrient content and functional properties. *Journal of Food Engineering*, 56(2), 45-50.
- Franco, L., Zanin, G., & Souza, E. (2021). Whey as a source of lactose and its applications in the food industry. *Food Research International*, 26(5), 546-552.
- Fuente, P., González, C., & Ruiz, S. (2002). Peyniraltı suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Süt Teknolojisi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- González, M., Romero, R., & Castro, E. (2020). Impact of whey on cheese production: Enhancement of nutritional and sensory properties. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1235-1242.
- Göblös, A., Kocsis, B., & Horváth, R. (2008). Bioconversion of whey into valuable products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11893-11898.
- Güler, Z., Çolak, H., & Yılmaz, O. (2006). Peyniraltı suyunun bileşimi ve gıda sanayisindeki kullanımı. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 11(2), 105-111.
- Hernandez Mendoza, A., Rodriguez, L., & López, C. (2007). Fermentation of whey for the production of probiotic beverages. *Food Research International*, 40(5), 595-600.
- Holsinger, V. H. (2010). Fermentation of whey for alcohol production. *Journal of Dairy Science*, 93(10), 4755-4762.
- Kara, S., & Aydın, D. (2021). Potential of whey in microbial biocatalyst production. *Biotechnology Reports*, 27(3), 1-6.
- Kargi, F., & Ozmişci, S. (2006). Fermentation of whey for ethanol production: Effect of initial lactose concentration. *Bioresource Technology*, 97(8), 972-978.
- Kaya, E., & Çolak, H. (2021). Effect of whey supplementation on the nutritional value of sports drinks. *Journal of Functional Foods*, 28(6), 22-27.
- Khan, F., Arslan, M., & Shah, M. (2022). The effect of whey protein on the nutritional quality and shelf-life of processed meats. *Food Quality and Safety*, 11(5), 301-307.
- Kırdar, B. (2009). Peyniraltı suyunun gıda sanayisindeki potansiyel kullanım alanları. *Süt ve Süt Ürünleri Dergisi*, 13(3), 220-225.
- Kinekawa, Y., & Kitabatake, N. (1996). BOD assessment in the environmental evaluation of wastewater. *Environmental Chemistry*, 22(3), 112-118.
- Kosseva, M. R., & Koutinas, A. A. (2009). Whey utilization for the production of ethanol and other valuable products. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3496-3505.
- Kurt, I., & Zorba, M. (2005). Bacteriocins and their potential applications in the food industry. *Turkish Journal of Biology*, 29(2), 89-94.
- Kurt, S., & Gülümser, A. (1987). Peyniraltı suyu ve hayvansal protein kaynakları. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(3), 97-102.
- Kuşçu, S., & Kuşçu, H. (2003). Microbial production of ethanol from whey: Kinetics and optimization. *Food Biotechnology*, 17(1), 35-40.
- Küçüköner, M. (2011). The use of whey powder as a food additive in snack coatings and processed foods. *Food Science and Technology Journal*, 17(3), 149-155.
- Li, J., Zhang, W., & Song, Y. (2022). Use of whey in meatballs: Nutritional enhancement and reduced fat content. *Food Science and Nutrition*, 10(4), 1122-1130.
- Li, Y., Wang, J., & Li, X. (2021). Whey-based biodegradable films: Production, properties, and potential applications in packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 173, 463-471.

- Lopez, C., Navarro, M., & Torres, R. (2021). Whey as an adsorbent for wastewater treatment: Removal of heavy metals and organic pollutants. *Journal of Hazardous Materials*, 404, 124124.
- Martinez, D., Ruiz, S., & García, M. (2020). The effect of whey on the production of sausage: Sensory and microbial properties. *Meat Science*, 43(7), 291-298.
- Mete, S. (2012). Peyniraltı suyu: Özellikleri ve kullanım alanları. *Süt ve Süt Ürünleri Dergisi*, 18(4), 215-220.
- Metin, A. (1983). The environmental impact of whey disposal and its effect on aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Science*, 17(2), 87-92.
- Metin, M. (1998). Peyniraltı suyunun çevresel etkileri ve değerlendirilmesi. *Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Dergisi*, 12(4), 145-150.
- Meyer, B. C., Greiner, R., & Müller, M. (2020). Biotechnological effects of whey on lactic acid production and process optimization. *Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 105(5), 315-321.
- Misra, S., Garg, S., & Sharma, V. (2020). Whey mineral composition and its role in nutrition. *Journal of Food Science and Technology*, 35(1), 67-74.
- Nguyen, T., Lee, J., & Park, Y. (2021). Whey protein-enriched milk beverages: Nutritional and sensory properties. *Journal of Dairy and Food Science*, 49(2), 233-240.
- Öztürk, S., & Yıldız, A. (2022). Potential use of whey in eco-friendly packaging material production: Enhancing the mechanical properties of bioplastics. *Journal of Polymers and the Environment*, 30(3), 803-812.
- Pal, K., & Radavelli-Bagatini, S. (2013). Composition and utilization of whey in food products. *Journal of Dairy Science and Technology*, 28(1), 32-40.
- Panesar, P. S., Kaur, M., & Kumar, P. (2007). Lactic acid production using whey as a substrate: Traditional methods and novel strategies. *Food Science and Technology*, 40(6), 1126-1133.
- Pearce, J. (1992). The environmental impact of dairy waste products. *Journal of Dairy Science*, 75(5), 1207-1212.
- Pekcan, G. (2009). Sağlıklı beslenme ve dünya sağlık sorunları. *Journal of Food Science and Health*, 23(2), 48-52.
- Prabhu, S. (2006). Application of whey proteins in processed meats. *Meat Science*, 72(3), 254-259.
- Rezende, A. R., Silva, E. A., & Fernandes, M. S. (2014). Características e potenciais aplicações do soro de leite na indústria alimentícia. *Revista Brasileira de Tecnologia Alimentar*, 26(4), 312-317.
- Ribeiro, M., Silva, L., & Ferreira, A. (2022). Fat content and composition in whey: Its effect on food product formulations. *Food and Bioprocess Technology*, 15(4), 478-485.
- Rodriguez, M., García, J., & López, P. (2020). Utilization of whey for methane production: Enhancing biogas yield from dairy industry waste. *Journal of Environmental Management*, 267, 110532.
- Sadeghi, F., Karami, M., & Kiani, H. (2021). Determination of protein content in whey and its potential uses in the food industry. *International Journal of Food Science*, 19(2), 210-215.
- Sahu, R., Singh, S., & Soni, P. (2005). Mango pulp and whey-based beverages with added lemon grass. *International Journal of Food Science*, 18(4), 313-317.
- Santos, A., Oliveira, M., & Machado, M. (2020). Fermentation of whey by *Candida utilis*: Impact on protein yield and microbial biomass. *Journal of Biotechnology*, 315(4), 75-80.
- Santos, L., Machado, T., & Lopes, R. (2021). Utilization of whey in ice cream production: Nutritional and sensory improvements. *Journal of Dairy Science and Technology*, 61(4), 482-489.
- Serrano, J., Martínez, M., & Navarro, C. (2021). Whey protein in meat products: Enhancing microbial safety and nutritional quality. *Journal of Food Protection*, 68(3), 560-567.
- Seydim, A. C., & Sarikus, H. (2007). Whey protein-based films for food packaging: Properties and applications. *Food Research International*, 40(5), 634-639.
- Sezer, H., Yılmaz, S., & Kaya, A. (2020). Peyniraltı suyu bileşimi ve işleme yöntemleri. *Journal of Dairy and Food Science*, 18(3), 223-227.
- Shukla, S., Pandey, A., & Sharma, S. (2013). Development of probiotic beverage from whey and pineapple. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 94-100.
- Silva, T., Costa, F., & Pereira, F. (2020). Biogas production from whey as a renewable energy source: Electrical power generation potential. *Renewable Energy*, 157, 827-834.
- Smith, J., Anderson, B., & Clark, A. (2020). Impact of whey on the mineral and protein content of low-calorie beverages. *Journal of Dairy and Food Science*, 18(5), 211-217.

- Şengül, S. (1991). Industrial uses of whey and its derivatives. *Dairy Science & Technology*, 71(5), 309-315.
- Uribarri, J., Llorente, M., & Herrero, M. (2004). Lactic acid production from protein-free whey using *Lactobacillus helveticus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64(1), 73-77.
- Üçüncü, A. (2005). Effects of dairy waste on environmental pollution and its control measures. *Waste Management*, 25(3), 244-250.
- Üçüncü, A. (2008). Single cell protein production from whey by *Candida utilis*. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(7), 890-895.
- Üçüncü, H. (2008). Peyniraltı suyunun çevresel etkileri ve değerlendirilmesi. *Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), 89-94.
- Van der Horst, H. (1995). Wastewater management in dairy production: A review. *International Dairy Journal*, 5(4), 463-470.
- Webb, L., & Whittier, R. (1948). Ethanol production from whey by fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 19(4), 346-352.
- Yadav, R., Soni, S., & Verma, R. (2010). Development of whey-based beverages with *Mentha arvensis* and its therapeutic properties. *Food Science and Technology*, 14(2), 124-130.
- Yalçın, A., Duman, D., & Şahin, D. (1994). The role of dairy industry waste in environmental pollution. *Environmental Protection Journal*, 9(1), 29-34.
- Yılmaz, G., Kaya, H., & Keleş, G. (2021). Effect of whey on bacteriocin production by *Lactobacillus* species: Enhancing antimicrobial activity and shelf life extension in food products. *Journal of Food Biotechnology*, 35(4), 233-240.
- Youssef, M., & Barbut, S. (2011). The use of whey protein in meat products: A review. *Food Research International*, 43(6), 1557-1562.
- Zafar, S., & Owais, M. (2006). Ethanol production from whey using different yeast strains. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 29(1), 51-58.
- Zhang, H., Zhang, Y., & Wang, Z. (2020). Potential of whey in organic fertilizer production: Effects on nutrient content and soil quality. *Environmental Pollution*, 267, 115448.
- Zorba, O., Alaybeyoglu, S., & Cakmak, I. (1998). The role of whey powder in meat products. *Journal of Meat Science and Technology*, 27(2), 143-149.

SÜZME YOĞURT ÜRETİMİNDE BİTKİSEL LİF KULLANIMLARININ YOĞURDUN BAZI ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Gıda Yüksek Mühendisi ÖMER KARAKOÇ

Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye
okarakoc@tse.org.tr, ORCID: 0000-0002-9469-1871

Doç. Dr. HASAN CANKURT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
hasan.cankurt@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3842-6539

Gıda Mühendisi HANDE BOYHAN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, İstanbul, Türkiye
hande.boyhan@std.yildiz.edu.tr, ORCID: 0009-0009-4317-9235

Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
osagdic@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2063-1462

Özet

Süzme yoğurt, yoğurdun serum fazlasının uzaklaştırılmasıyla kuru madde içeriği artırılan, besleyici ve uzun raf ömrü ile bilinen bir fermente süt ürünüdür. Geleneksel üretim yöntemlerinde, yoğurdun kıvamı, viskozitesi ve dokusal özellikleri büyük ölçüde kullanılan sütün türü ve üretim yöntemine bağlıdır. Son yıllarda, yoğurdun besin değerinin artırılması ve sağlık faydalarının zenginleştirilmesi amacıyla bitkisel liflerin kullanımı giderek artmaktadır. Diyet liflerinin, özellikle prebiyotik etkileri ile yoğurdun sağlık üzerindeki faydaları, tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmesini sağlamaktadır. Bitkisel lifler, yoğurdun fiziksel ve duyuşsal özelliklerini iyileştirebilir. Çeşitli çalışmalar, özellikle inülin ve β -glukan gibi liflerin, yoğurdun tekstürel özelliklerini artırarak kremsi bir yapı oluşturduğunu ve su salınımını engellediğini göstermiştir. İnülin, yağ ikamesi sağlamakta ve prebiyotik özellikleri sayesinde bağırsak sağlığını desteklemektedir. Ayrıca, lif ilavesinin yoğurdun viskozitesini artırdığı ve sinerezi engellediği, ürünün daha yoğun ve pürüzsüz bir yapıya sahip olmasını sağladığı belirlenmiştir. Farklı lif türlerinin, özellikle hurma, portakal ve yulaf liflerinin, yoğurdun kıvamını ve duyuşsal özelliklerini iyileştirerek tüketici kabulünü artırdığı gözlemlenmiştir. Lif takviyesinin, yoğurdun reolojik özellikleri üzerinde olumlu etkiler yaratarak, daha stabil bir ürün elde edilmesine olanak sağladığı da birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bunun yanında, liflerin bağırsak sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, kardiyovasküler hastalıklar, obezite ve sindirim sistemi rahatsızlıklarının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sonuç olarak, bitkisel liflerin süzme yoğurt üretimine dâhil edilmesi, ürünün besin değeri ve sağlık işlevselliğini artırarak, tüketici talebini karşılamada önemli bir strateji oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Süzme Yoğurt, Bitkisel Lif, İnülin, B-Glukan

THE EFFECTS OF THE USE OF HERBAL FIBERS IN CONCENTRATED YOGURT PRODUCTION ON SOME PROPERTIES OF YOGURT

Abstract

Concentrated yogurt is a fermented milk product known for its nutritious and long shelf life, whose dry matter content is increased by removing the excess serum of yogurt. In traditional production methods, the consistency, viscosity and textural properties of yogurt largely depend on the type of milk used and the production method. In recent years, the use of plant fibers has been increasing to increase the nutritional value of yogurt and enrich its health benefits. The health benefits of dietary fibers, especially the prebiotic effects of dietary fibers, make yogurt more preferred by consumers. Plant fibers can improve the physical and sensory properties of yogurt. Several studies have shown that fibers, especially inulin and β -glucan, improve the textural properties of yogurt, creating a creamy texture and inhibiting water release. Inulin provides fat substitution and supports gut health through its prebiotic properties. It

was also found that the addition of fiber increased the viscosity of yogurt and inhibited syneresis, resulting in a denser and smoother product. Different types of fibers, especially palm, orange and oat fibers, were observed to improve the consistency and sensory properties of yogurt, increasing consumer acceptance. It has been emphasized in many studies that fiber supplementation has positive effects on the rheological properties of yogurt, resulting in a more stable product. In addition, the positive effects of fibers on intestinal health play an important role in the prevention of cardiovascular diseases, obesity and digestive system disorders. As a result, the inclusion of plant fibers in concentrated yogurt production is an important strategy to meet consumer demand by increasing the nutritional value and health functionality of the product.

Keywords: Concentrated Yogurt, Plant Fiber, Inulin, B-Glucan

1. GİRİŞ

Süt, yavru canlıların gelişimi için gerekli besinleri sağlar ancak raf ömrü kısadır (Bingöl, 1995). Bu nedenle, yoğurt gibi süt ürünleri geliştirilmiştir. Türkiye'de süzme yoğurt, kurut yoğurt ve kış yoğurdu gibi geleneksel yoğurt çeşitleri yaygındır (Uysal, 1993). Yoğurt üretiminde son yıllarda lifli gıdalara olan ilgi artmıştır. Avrupa ve ABD'de, prebiyotik özelliklere sahip lif içeren yoğurtlar popülerdir. Türkiye'de ise diyet liflerinin sağlık faydalarına odaklanılmaktadır (Bilgiçli ve ark., 2007). Bitkisel liflerin süzme yoğurt üretimine dâhil edilmesi, ürünün besin değerini ve sağlık faydalarını artırarak, tüketici taleplerine cevap verme konusunda önemli bir stratejik avantaj sağlamaktadır.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışma, yoğurtlara eklenen diyet liflerinin besin değeri, duyuşal özellikler ve sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen literatür taramasına dayanmaktadır. Farklı lif türlerinin (örneğin, elma, buğday kepeği, hurma) yoğurtların reolojik özelliklerini, viskozitesini ve doku kalitesini nasıl iyileştirdiği araştırılmıştır. Ayrıca, prebiyotik ve probiyotik etkiler, liflerin bağırsak sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ve liflerin bakterilerin canlılığını nasıl artırdığı değerlendirilmiştir. Çalışma, diyet liflerinin yoğurtların sağlık faydalarını artırırken duyuşal kabul edilebilirliğini de yükselttiğini göstermektedir.

3. BULGULAR

Yoğurt, yüksek besin değeri ve sağlık yararları nedeniyle dünya genelinde yaygın bir şekilde tüketilen bir fermente süt ürünüdür. Yoğurt, özellikle *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* bakteri kültürleri sayesinde bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etki yapar ve bağırsaktaki zararlı organizmaların gelişimini engeller (Anonymous, 1991). Süzme yoğurt ise, Türkiye'de yaygın olarak üretilen, sıvı fazı ayrılmış ve daha yoğun bir kıvamına sahip bir yoğurt çeşididir. Bu süreçte, vitamin ve mineral kaybı yaşanırken, kuru madde oranı artar (Seçkin, 1996). Modern üretim yöntemleri arasında ultrafiltrasyon ve santrifügasyon yer alırken, süzme yoğurt, uluslararası alanda farklı isimlerle anılmaktadır (Uysal, 1993).

Son yıllarda, fonksiyonel gıdaların çeşitliliği artmış ve diyet liflerinin süt ürünlerine entegrasyonu üzerine yapılan araştırmalar çoğalmıştır. Diyet lifleri, bağırsak sağlığı üzerinde faydalıdır ve çeşitli gıda kaynaklarından elde edilebilir. Suda çözünmeyen lifler bağırsakta hızla geçer ve dışkı hacmini artırırken, suda çözünebilir lifler glikoz emilimini yavaşlatır ve bağışıklık sistemini güçlendirir (Gordon, 1999). Diyet lifleri, yoğurtlarda genellikle suda çözünebilir formlarda kullanılır, çünkü bu lifler ürünün dokusunu değiştirmeden su bağlama kapasitesine sahiptir (Nilüfer & Boyacıoğlu, 2003). Ayrıca, şeker pancarı, elma ve yulaf gibi lif kaynaklarının yoğurtlara eklenmesi, ürünün duyuşal özelliklerini iyileştirebilir ve besin değerini artırabilir (Saldamlı & Babacan, 1996). Diyet liflerinin diğer gıda ürünlerine entegrasyonu da yaygınlaşmıştır. Örneğin, ekmek üretiminde elma lifinin eklenmesi, su emilimini artırırken, ekmeğin hacmini azaltabilir (Masoodi & Chauhan, 1998). Ayrıca, lif eklemenin bisküvi, kek ve dondurma gibi ürünlerin beslenme özelliklerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Bilgiçli et al., 2007). Lifli gıdalar, aynı zamanda raf ömrünü uzatmak amacıyla et ürünlerine de eklenmektedir (Viuda-Martos, Ruiz-Navajas, Fernandez-Lopez, & Perez-Alvarez, 2010). Bu bulgular, diyet liflerinin gıda endüstrisinde geniş bir kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bu metin, yoğurt ve diyet liflerinin çeşitli formlarının yoğurt üretiminde nasıl kullanıldığını ve bu kullanımın sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen pek çok araştırmayı kapsamaktadır. Araştırmalar, yoğurt üretiminde farklı lif kaynaklarının kullanılmasıyla elde edilen ürünlerin besin değerlerini artırmak ve organoleptik özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan denemeleri içermektedir.

Özellikle kuşkonmaz, tatlı patates, hurma, portakal, elma, bambu ve diğer bitkisel liflerin yoğurtlara eklenmesi, bu ürünlerin tekstürünü, renk özelliklerini, asiditesini ve duysal kabul edilebilirliğini değiştirebilir. Bu tür çalışmalar, diyet liflerinin gıda sanayisindeki önemini ve potansiyel sağlık yararlarını göstermektedir. Diyet liflerinin yoğurt gibi fermente süt ürünlerine katılması, yoğurdun besin içeriğini güçlendirirken, aynı zamanda sindirim sistemi sağlığına da katkı sağlamaktadır. Örneğin, kuşkonmaz liflerinin yoğurda eklenmesi, doğal tat ve aroma açısından tüketiciler tarafından beğenilirken, etanol ile ekstrakte edilmiş lifler daha iyi bir renk koruma sağladığı için tercih edilmiştir (Sanz et al., 2008). Tatlı patates lifinin yoğurda eklenmesi, sineresis oranını düşürmüş ve yoğurdun ağız hissini iyileştirmiştir (Ramirez-Santiago et al., 2010). Ayrıca, elma ve bambu liflerinin sindirim sağlığına fayda sağlayan özellikleri de vurgulanmıştır. Elma lifi, yüksek lif içeriği ile sindirim sistemi sağlığında önemli bir rol oynamaktadır (Baladura, 2011). Bambu liflerinin, özellikle fırınlanmış ürünlerde kırılmayı önleyerek gıdaların dayanıklılığını artırdığı, ayrıca yağ emme oranını düşürerek ürünlerin kalori içeriğini azalttığı belirtilmiştir (Baladura, 2011). Diyet lifleri, kan şekeri yönetimi ve kalp sağlığı gibi alanlarda da önemli faydalar sunmaktadır (Weickert et al., 2006). Bunun dışında, süzme yoğurt üretimi üzerine yapılan çalışmalar, yoğurdun sıvı fazının uzaklaştırılması yoluyla ürünün dayanıklılığını ve kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Süzme yoğurtlar, özellikle geleneksel Türk mutfağında önemli bir yere sahiptir ve modern üretim yöntemleriyle hijyenik koşullarda üretilmektedir (Yaygın, 1999). Yoğurt, yüksek protein içeriği ve sindirilebilirliği sayesinde insan sağlığı için önemli bir besin kaynağıdır (Tekinşen ve ark., 2008). Ancak, yoğurdun raf ömrü sınırlıdır ve depolama sırasında kimyasal değişiklikler meydana gelebilir (Şahan & Say, 1998). Bu nedenle, yoğurdun süzülerek süzme yoğurda dönüştürülmesi, ürünün dayanıklılığını artıran bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Şimşek, Gün, & Çelebi, 2010). Sonuç olarak, bu çalışmalar, diyet liflerinin yoğurt gibi gıda ürünlerine entegrasyonunun, ürünün fonksiyonel özelliklerini artırabileceğini ve sağlık açısından olumlu etkiler yaratabileceğini ortaya koymaktadır. Ülkemizde artan obezite ve sağlık problemleri göz önünde bulundurulduğunda, yaygın olarak tüketilen süt ürünlerinin daha düşük yağ içeren çeşitlerinin üretimi önemli bir gereklilik haline almıştır (Metin, 1999). Süt yağı, süt ürünlerinin enerji değerini sağlamakla birlikte, aynı zamanda ürünlerin lezzet, renk ve dokusal özelliklerinin oluşmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Ancak, yağ içeriğinin azaltılması, ürünlerde genellikle istenmeyen bazı duysal ve fiziksel değişikliklere yol açabilmektedir (Drake, 1996). Süt teknolojisi alanında, düşük yağlı veya standardize edilmiş ürünlerin üretimi uzun süredir uygulanmakta iken, son yıllarda yağ ikame edici maddelerin kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Bu maddeler, gıda ürünlerinin kalori değerini düşürmek için, doğal yağların yerine eklenen katkı maddeleridir (Huyghebaert, 1996). Yağ ikame edici bileşenler, ürünlerdeki düşük yağ seviyelerinden kaynaklanan duysal ve fiziksel sorunları gidererek, ürünün yağlı versiyonlardaki özelliklere benzer nitelikler kazanmasını sağlar (Drake, 1996). Obezite, vücutta fazla kalori alımının, enerji harcamasından fazla olması sonucu yağ kütlesinin artması olarak tanımlanabilir. Yağ, yüksek enerji yoğunluğuna sahip olduğundan, diyetlerde yağ miktarının artması, toplam kalori alımından bağımsız olarak şişmanlık riskini artırmaktadır (Baysal, 1996). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre, yoğurtların yağ içeriğine göre sınıflandırılması şu şekildedir: %0.5 ve daha az süt yağı içeren yoğurtlar "yağsız", %1.5 ile %2 arasındaki süt yağı içeriğine sahip yoğurtlar "yarım yağlı", %3.8'den fazla yağ içeren yoğurtlar ise "tam yağlı" olarak adlandırılmaktadır. Diğer yağ oranları için ise, belirli bir yüzdelik değerle ifade edilen sınıflandırmalar yapılmaktadır (Anonim, 2009b). Süt ürünlerinde lif kullanımı, genellikle suda çözünebilen liflerin eklenmesiyle gerçekleşmekte, bu liflerin su bağlama kapasitesi ve gıda içindeki fark edilebilirlikleri nedeniyle tercih edilmektedir [56]. Süt ve süt ürünlerine lif ilavesi, özellikle yağ ve kalori içeriğini azaltma amacına hizmet eden bir yöntem olarak dikkat çekmektedir (Gelroth & Ranhotra, 2002). Lif açısından zengin bileşiklerin yoğurtlarda kullanılması, ürünün fonksiyonel değerini artıran bir uygulamadır (Seçkin & Özkılınç, 2008). Prebiyotik etkiler gösteren diyet lifleri, örneğin inülin, ürünün viskozitesini artırarak sinerezi engeller, kremamsı dokusal özellikleri geliştirir ve yarı katı kıvamlı yoğurtların üretimine olanak tanır (Katy, 1999). İnülin, doğada yaygın olarak bitkilerin depo karbonhidratı formunda bulunan, fruktoz polimerlerinin heterojen bir karışımını ifade eder (İnanç,

Şahin, & Çiçek, 2005). İnülin, 2-60 birimlik polimerizasyon derecelerine sahip fruktoz zincirlerinden oluşur; daha düşük polimerizasyon derecelerine sahip birimler ise fruktooligosakkarit ya da oligofruktoz olarak adlandırılmaktadır (Niness, 1999). İnülin, özellikle diyet ürünleri olmak üzere birçok gıda ürününde, yağın yerine kullanılabilir bir bileşen olarak önemli bir yer tutmaktadır (Yabancı, 2010). Diyet lifleri, genellikle yoğurt üretiminde fermentasyon öncesinde eklenir. Bu aşamada, sıvı sütte liflerin homojen bir şekilde dağılabilmesi için diğer kuru bileşenlerle ön karıştırma veya ön sulandırma işlemleri uygulanmaktadır. Bu konuda, diyet liflerinin yoğurt üretiminde kullanımı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Güven, 2003). İnülinin yoğurda dahil edilmesi, kalın bağırsakta probiyotik özelliklere sahip bifidobakterilerin gelişimini teşvik etmesiyle ilişkilendirilmiştir (Nilüfer, 2003). Yapılan çalışmalar, inülinin prebiyotik özellikler taşıdığını ve bu özelliğin sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini ortaya koymuştur (Köktaş, 2010).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre, konsantre fermente süt ürünleri, protein oranı fermentasyon aşamasında ya da sonrasında en az %5.6 seviyesine yükseltilmiş süzme yoğurt, torba yoğurdu, kış yoğurdu, labneh, tuzlu yoğurt ve kurut gibi ürünleri kapsar (Anonim, 2009b). Laktik asit fermentasyonu yoluyla sütün fermente edilerek dayanımının artırılması, uzun yıllardır bilinen ve uygulanan bir yöntemdir (Al-Kanhal, 1993). Konsantre yoğurt, günümüzde dünya genelinde farklı isimler ve tanımlar altında çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Türkiye'de "Torba" veya "Süzme" yoğurdu olarak bilinen bu ürün, Ermenistan'da "Tan" ya da "Than", Mısır'da "Lebenzeer", Arap ülkelerinde ise "Labneh" veya "Lebneh" olarak adlandırılmaktadır. Hindistan'da "Çakka" (chakka) ve "Şirkand" (shirkand), İzlanda'da "Skyr" ve Danimarka'da "Ymer" gibi isimlerle anılan benzer fermente ürünler de bulunmaktadır (Özer, 2006).

Konsantre yoğurt üretiminin temel prensibi, yoğurdun serum fazasının uzaklaştırılması yoluyla kuru madde içeriğinin artırılmasıdır. Bu süreçte, yoğurdun sıvı fazında bulunan laktoz, su ve bazı mineraller büyük ölçüde ayrıştırılırken, protein ve yağ içeriği yoğunlaşır (Özer, 2006). Konsantre yoğurt üretiminde, genellikle inek sütü tercih edilmekle birlikte, koyun, keçi ve manda sütleri de kullanılmaktadır (Mehaia, 1999). Konsantre yoğurt, yumuşak bir kıvama sahip olup, kullanılan sütün türüne göre beyazdan sarıya kadar değişebilen renk tonlarına sahiptir (Şahan, 2002). Geleneksel olarak sade şekilde tüketilen bu yoğurt, bazı Avrupa ülkelerinde ve Amerika'da meyveli veya aromalı versiyonlarla da pazarlanmaktadır (Salji, 1991). Geleneksel konsantre yoğurt üretiminde en yaygın uygulama, yoğurdun bez torbalara konarak süzülmesi esasına dayanmaktadır (Atamer, 1993). Süzme yoğurt üretiminde en yüksek verimi koyun sütünden elde edilirken, bunu sırasıyla keçi ve inek sütünden yapılan konsantre yoğurtlar takip etmektedir (Rasic, 1978).

4. SONUÇ

Bu çalışma, yoğurtlara eklenen diyet liflerinin besin değeri, fiziksel özellikler ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir. Lifler, yoğurdun kıvamını ve doku kalitesini iyileştirirken, bağırsak sağlığını destekleyerek kolesterol seviyelerini düşürüp sindirim sistemini iyileştirmektedir. Gelecek araştırmalarda, farklı lif türlerinin yoğurt kalitesi üzerindeki etkileri daha ayrıntılı incelenmeli ve optimal kullanım oranları belirlenmelidir. Ayrıca, diyet liflerinin yoğurt üretiminde daha fazla kullanılması, sağlık faydalarını artırabilir ve duyuşal özelliklerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Al-Kanhal, H. A. (1993). Manufacturing methods and quality of labneh. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 21(1), 123-131.
- Anonymous. (1991). *Dairy handbook*. Alfa Laval, Teknik Documentation AB, Utanbygatan 3C, Sweden, 333 p.
- Anonymous. (2009b). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Resmi Gazete, Sayı: 27143, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Atamer, M., Moharrami, M. R., & Sezgin, E. (1993). Peyniraltı suyu konsantresinin süzme (torba) yoğurdu üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması. *Gıda Dergisi*, 20(3), 213-220.

- Baladura, E. (2011). Süzme yoğurtlarının fonksiyonel özelliklerinin artırılmasında bazı diyet liflerin kullanılması üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Manisa, Türkiye).
- Baysal, A. (1996). Diyet yağları ve sağlığımız: Son görüşler. *Gıda Teknolojisi*, 1(1).
- Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş., & Herken, E. N. (2007). Effect of dietary fibre addition on the selected nutritional properties of cookies. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 86-89.
- Bingöl, İ. (1995). Süt ve ürünleri sanayiinde verimlilik ve kayıplar (Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No: 548). Ankara: 178-204.
- Drake, M. A., Boylstone, T. D., & Swanson, B. G. (1996). Fat mimetics in low-fat cheddar cheese. *Journal of Food Science*, 61, 1267-1270.
- Gelroth, J., & Ranhotra, G. S. (2002). Food uses of fiber. In S. S. Cho & M. L. Dreher (Eds.), *Handbook of Dietary Fiber* (pp. XX-XX). Marcel Dekker, Inc., New York, Basel, USA.
- Gordon, D. T. (1999). Defining dietary fiber. *Cereal Foods World*, 44(5), 336.
- Güven, M., & Karaca, O. B. (2003). Farklı yöntemlerle kurumaddesi artırılan sütlerden üretilen yoğurtların özellikleri. *Gıda*, 28(4), 429-436.
- İnanç, N., Şahin, H., & Çiçek, B. (2005). Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi*, 27(3), 122-127.
- Katy, R. N. (1999). Inulin and oligofructose: What are they? *Journal of Nutrition*, 129, 1402-1405.
- Kök Taş, T., & Güzel Seydim, Z. (2010). Çeşitli yağ ikame maddeleri ve probiyotik kullanımının ayran kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Gıda*, 35(2), 105-111.
- Mehaia, M. A., & El-Khadragy, S. M. (1999). Compositional characteristics and sensory evaluation of labneh made from goat's milk. *Milchwissenschaft*, 54(10), 567-570.
- Metin, M., & Koca, N. (1999). Yağ ikame edici maddelerin süt ürünlerinde kullanımı. 2000'li Yıllarda Gıda Bilimi ve Teknoloji Kongresi, İzmir.
- Nilüfer, D., & Boyacıoğlu, D. (2003). Süt ürünlerinde diyet liflerinin ingredyen olarak kullanımı. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu (SEYES 2003), İzmir, Bildiri No: P12, 239-244.
- Ninesse, K. (1999). Inulin and oligofructose: What are they? *Journal of Nutrition*, 129(supplement), 1402S-1406S.
- Özer, B. (2006). Yoğurt bilimi ve teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti., Çankaya, Ankara.
- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E. J., & Alvarez-Ramirez, J. (2010). Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*, 101(3), 229-235.
- Rasic, J. L., & Kurmann, J. A. (1978). *Yoghurt; Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Technical Dairy Publ. House, Copenhagen, 466.
- Salji, J. P. (1991). Concentrated yoghurt: A challenge to our food industry. *Food Science and Technology Today*, 5, 18-19.
- Saldamlı, İ., & Babacan, S. (1996). Yoğurda besinsel lif katımı. *Gıda Dergisi*, 21(3), 185-191.
- Sanz, T., Salvador, A., Jimenez, S., & Fiszman, S. (2008). Yogurt enrichment with functional asparagus fibre: Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. *European Food Research and Technology*, 227(5), 1515-1521.
- Seçkin, A. K. (1996). Süzme yoğurt üretimi sırasında yoğurttaki besin öğelerinde meydana gelen kayıplar üzerine araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa).
- Seçkin, A. K., & Özkılınç, Y. (2008). Süt ürünlerinde diyet liflerin kullanımı. *Akademik Gıda*, 6(2), 23-27.
- Şahan, N., & Mayadalı, Y. (2002). Türkiye süt endüstrisinde yeni ürünler. *Dünya Gıda*, 9, 75-80.
- Şahan, N., & Say, D. (1998). Hatay ilinde üretilen tuzlu yoğurtlar üzerine bir araştırma. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 21-22 Mayıs, Geleneksel Süt Ürünleri. MPM Yayınları, 621.
- Şimşek, B., Gün, İ., & Çelebi, M. (2010). Isparta yöresinde üretilen süzme yoğurtların protein profilleri ve bunların kimyasal özelliklerle ilişkisi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 208-213.
- Tekinşen, K. K., Nizamoğlu, M., Bayar, N., Telli, N., & Köseoğlu, İ. E. (2008). Konya'da üretilen süzme (torba) yoğurtların bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri. *Vet. Bil. Derg.*, 24(1), 69-75.

- Uysal, H. R. (1993). *Vakum ve ultrafiltrasyonla koyulaştırılan sütlerden torba yoğurdu yapımı ve klasik yöntemle karşılaştırılması üzerine araştırmalar* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernandez-Lopez, J., & Perez-Alvarez, J. A. (2010). Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control*, 21(4), 436-443.
- Weickert, M. O., Mohlig, M., & Schofl, C. (2006). Cereal fiber improves whole-body insulin sensitivity in overweight and obese women. *Diabetes Care*, 29(4), 775-780.
- Yabancı, N. (2010). İnülin ve oligofruktozların insan sağlığı ve beslenmesi üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 8(1), 49-54.
- Yaygın, H. (1999). Yoğurt Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Yayın No: 75, Antalya.

ÜRETİMDEN SATIŞA TÜM YÖNLERİ İLE İTALYAN PEYNİRLERİ

Gıda Yüksek Mühendisi ÖMER KERİM GÜL

Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Üretim ABD, Kayseri, Türkiye
omerkerimgul@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-6318-3823

Doç. Dr. HASAN CANKURT

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
hasan.cankurt@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3842-6539

Gıda Mühendisi HANDE BOYHAN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, İstanbul, Türkiye
hande.boyhan@std.yildiz.edu.tr, ORCID: 0009-0009-4317-9235

Prof. Dr. OSMAN SAĞDIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
osagdic@yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2063-1462

Özet

İtalyan peynirleri, dünya çapında yaygın tüketimi ve eşsiz lezzetleri ile bilinir. Bu çalışma, İtalya'nın önde gelen peynirlerini ve bu peynirlerin üretim teknolojilerini ele almayı amaçlamaktadır. Yapılan geniş literatür taraması sonucu, yumuşak, yarı sert ve sert peynirler gibi farklı peynir gruplarına odaklanılmıştır. Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Burrata gibi yumuşak peynirler, İtalyan mutfağında en çok tercih edilenler arasında yer alırken, Parmesan gibi sert peynirler de dünya çapında büyük bir üne sahiptir. Peynirlerin üretimi, her bir peynirin kendine has teknolojisi ile şekillenir. Örneğin, Grana Padano gibi sert peynirler, uzun olgunlaşma süreçlerine tabi tutulurken, Provolone gibi peynirler farklı fermantasyon teknikleriyle üretilir. Çalışma kapsamında, peynirlerin üretim süreçlerine dair detaylı bilgiler verilmiş ve üretim teknolojilerinin yanı sıra depolama ve ambalajlama şartları da incelenmiştir. Bu derleme çalışmada, ayrıca İtalyan peynirlerini yerli olarak üreten Türk ustalar ile yapılan görüşmeler de yer almaktadır. Bu sayede hem yerli üreticilerin deneyimlerinden faydalanılmış hem de ülkemizdeki peynir üretim teknolojilerine dair bilgiler sunulmuştur. Çalışma, Türkiye'de İtalyan peynirlerinin üretimi ve tüketiminin yaygınlaştırılmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Sonuç olarak, İtalyan peynirlerinin üretim teknolojilerinin detaylı bir şekilde incelenmesi, bu peynirlerin yerel üretim süreçleriyle uyumlu hale getirilmesi ve tüketiciye tanıtılması açısından önemli bir adım teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İtalyan peynirleri, Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Parmesan

ITALIAN CHEESES IN ALL ASPECTS FROM PRODUCTION TO SALE

Abstract

Italian cheeses are known worldwide for their widespread consumption and unique flavors. This study aims to address the leading Italian cheeses and their production technologies. As a result of an extensive literature review, different cheese groups such as soft, semi-hard and hard cheeses were focused on. Soft cheeses such as Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Burrata are among the most preferred in Italian cuisine, while hard cheeses such as Parmesan have a great reputation worldwide. The production of cheeses is shaped by the unique technology of each cheese. For example, hard cheeses such as Grana Padano are subjected to long ripening processes, while cheeses such as Provolone are produced with different fermentation techniques. Within the scope of the study, detailed information on the production processes of cheeses is provided and production technologies as well as storage and packaging conditions are analyzed. This review also includes interviews with Turkish craftsmen who produce Italian cheeses locally. In this way, both the experiences of local producers are utilized and information on cheese production technologies in Turkey is presented. The study aims to contribute to the production and consumption of Italian cheeses in Turkey. As a result, a detailed examination of the production

technologies of Italian cheeses constitutes an important step in harmonizing these cheeses with local production processes and introducing them to consumers.

Keywords: Italian cheeses, Mozzarella, Ricotta, Mascarpone, Parmesan

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, İtalya'nın peynir üretimi ve çeşitliliğinin küresel etkileri araştırılmıştır. İtalyan peynirlerinin üretim süreçleri, mikrobiyal yapıları ve yerel hayvancılıkla ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca süt türleri, fermentasyon, olgunlaşma süreçleri ve mikrobiyal etkileşimlerin peynirlerin özellikleri üzerindeki etkisi ele alınarak yerel hayvancılığın peynir kalitesine katkısı incelenmiştir.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışma, İtalyan peynirlerinin üretim teknolojilerini incelemek için literatür taraması yapar. Peynir üretim süreçleri, depolama ve ambalajlama koşulları araştırılarak Türkiye'de yerli üretimi teşvik etmek amacıyla detaylı bir inceleme yapılır. Peynirler, yumuşak, yarı sert ve sert olmak üzere üç kategoriye ayrılır ve her birinin üretim yöntemleri ele alınır.

3. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen kaynaklar derlenmiş ve aşağıdaki şekli ile özet bir şekilde sunulmuştur.

3.1. İtalyan Peynirleri

Mozzarella peyniri, İtalya kökenli ve pasta filata (sürekli gerilen) yapısıyla bilinen bir peynir türüdür. Bu peynir, özellikle süt ve peynir altı suyu içerikleriyle dikkat çeker. Geleneksel olarak inek, koyun veya keçi sütü kullanılarak üretilen mozzarella, peynirin üretim, muhafaza ve satış aşamalarında çeşitli bilimsel ve teknolojik süreçlere tabidir. Mozzarella üretim süreci, süt asidifikasyonu ve pıhtılaşma işlemleriyle başlar. İlk olarak, süt pastörize edilerek mikroorganizmaların etkisiz hale gelmesi sağlanır. Ardından, pH değeri genellikle 5,4 ile 5,6 arasında olacak şekilde asidik bir ortam oluşturulur ve bu ortamda pıhtılaşma gerçekleşir. Bu aşamada, süt pıhtılaştırıcı olarak genellikle koyun ya da inek sütünden elde edilen mayalar, özellikle buzağı mayası kullanılır. Pıhtılaşma sonrasında, elde edilen teleme sıcak suya daldırılır ve gerilerek şekil alması sağlanır. Bu gerilme işlemi, mozzarella peynirine özgü elastik ve esnek yapıyı oluşturur. Gerilen teleme daha sonra soğutularak, sıvı peynir altı suyu içinde muhafaza edilir. Üretim sürecinde kullanılan sıcaklık, pH seviyesi, suyun sıcaklığı ve maya türü, peynirin dokusu, tadı ve genel kalitesi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (Santoro ve ark., 2019).

Mozzarella peyniri, yüksek nem içeriği (%50-60) nedeniyle bozulmaya oldukça yatkındır. Bu sebeple, taze mozzarella genellikle su veya tuzlu su içerisinde saklanır. Üretim sonrası, peynirin soğutulması önerilir ve genellikle 4°C civarında muhafaza edilmesi tavsiye edilir. Ayrıca, mozzarella'nın raf ömrünü uzatmak amacıyla mikrobiyolojik güvenlik önlemleri (örneğin hava filtreleme sistemleri veya aseptik ambalaj) kullanılabilir. Süt ürünlerinde mikrobiyal bozulmalar, özellikle bakteriyel enfeksiyonlar, peynirin kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, hijyenik koşulların sağlanması büyük önem taşır (Gürsoy ve ark., 2019).

Ricotta peyniri, İtalya'nın geleneksel peynirlerinden biridir ve kremamsı dokusu ile hafif cevizli karamel lezzetiyle tanınır. Genellikle peynir altı suyundan yapılır ve pH değeri 5.8-6 arasında, 80-90°C arasında ısıtılan bu sıvıya laktik ya da sitrik asit eklenir. Bu işlemle, proteinin aglomerasyonu sağlanır ve peynirin dokusu oluşur (Fox, 1999; Smith, 2010). Ricotta'nın çeşitleri, nem, yağ ve protein oranlarına göre farklılık gösterir (Mangione ve ark., 2023). Ayrıca, farklı peynir altı suyu kaynakları ve üretim yöntemleriyle 25'ten fazla türü bulunur (Zeppa ve ark., 2012; Baruzzi ve ark., 2000). Ricotta, geleneksel olarak İtalya'da üretilmiş ve tarihe MÖ ikinci binyıldan beri kaydedilmiştir (Kindstedt, 2017; Pintado ve ark., 2001). İtalya'da ricotta peynirinin üç ana türü vardır: endüstriyel, orta raf ömrüne sahip küçük ölçekli ve geleneksel üretim (Mucchetti ve ark., 2002). Bazı çeşitleri Coğrafi İşaretli Ürünler olarak tescillenmiştir (Pizzillo ve ark., 2005; Prudencio ve ark., 2014).

Burrata, mozzarella peynirinin sünen telemesiyle yapılıp ve peynir altı suyu kreması ile karıştırılarak hazırlanır (Gürsoy ve ark., 2019). Apulia bölgesine özgü olan bu peynir, taze süt ve asidik özelliklere sahiptir (Demirci & Şimşek, 1997; Küçükkebağcı & Şahin, 2002). Burrata'nın mikrobiyolojik bulaşma riski vardır, bu yüzden geleneksel versiyonunun raf ömrü 3-5 gün, makinayla üretilenin ise 20 gündür (Borghese, 2010). 2002'de "İtalyan geleneksel tarım ürünü" olarak tanınmış ve 2016'da PGI (Korumalı Coğrafi İşaret) statüsü kazanmıştır (Metin, 1998; Çavuş, 2015; Soysal, 2009).

Mascarpone peyniri, süt kremasının asidik bir şekilde pıhtılaşmasıyla üretilen, yumuşak ve kremamsı bir peynirdir (Soysal, 2009). Bu peynir, özellikle İtalyan tatlısı Tiramisu'da kullanılır ve Kuzey İtalya'da yaygın olarak üretilir (Gürsoy ve ark., 2019; Morandi ve ark., 2009). Mascarpone'nun üretiminde kremanın ısıtılması ve asit eklenmesi önemlidir (Soysal, 2009; Borghese, 2013). Stracciatella peyniri, Apulia bölgesinde üretilen taze bir peynir olup, kremalı yapısıyla dikkat çeker (Mangione ve ark., 2023).

Gorgonzola, mavi damarlı ve pastörize sütle üretilen, İtalya'nın Lombardiya ve Piedmont bölgelerine özgü bir peynir olup, küf sporlarının eklenmesiyle olgunlaşır (Bernini ve ark., 2016; Morandi ve ark., 2019). Fontina peyniri, sadece Valdostana ineklerinin sütünden yapılan, yarı pişmiş bir peynir olup, yerel mikrofloranın etkisiyle özel bir aroma profili oluşturur (Beresford ve ark., 2001; Prudencio ve ark., 2014). Scamorza, Güney İtalya'da tütsülenerek yapılan, düşük nemli ve kısa olgunlaşan bir peynirdir (Baruzzi ve ark., 2000; Sorrentino ve ark., 2013).

Taleggio, Kuzey İtalya'dan gelen, mikroorganizmalarla olgunlaşan bir peynir olup, PDO sertifikasına sahiptir (Di Cagno ve ark., 2006; Fontana ve ark., 2010). Parmesan (Parmigiano-Reggiano) ise sert ve keskin tadıyla ünlü olup, özellikle Emilia-Romagna bölgesinde üretilir ve PDO statüsüne sahiptir (Mancini ve ark., 2019; Pianaccioli ve ark., 2007). Grana Padano ise, uzun olgunlaşma süresi ile bilinen ve çevresel faktörlerin etkisiyle mikroflorasında farklılıklar gösterebilen bir peynirdir (Soysal, 2009; Çavuş, 2015). Pecorino, koyun sütünden yapılan ve farklı türleri PDO sertifikasına sahip bir peynir ailesidir (Mancini ve ark., 2019; Todaro ve ark., 2024). Provolone peyniri ise, Valpadana bölgesinde üretilen ve sıcaklık ile hijyenin önemli olduğu, uzun olgunlaşan bir peynir türüdür (Küçükkebağcı & Şahin, 2002; Pintado ve ark., 2001).

4. SONUÇ

Bu çalışmada, dünyada yaygın olarak tüketilen İtalyan peynirleri incelenmiştir. Amaç, bu peynirlerin üretim teknolojilerinin Türkiye'de tanıtılması ve yerli üretiminin teşvik edilmesidir. Çalışma, literatür taraması ve görsel/işitsel kaynaklardan elde edilen bilgilerle desteklenmiş, ayrıca Türk ustalarla yapılan görüşmeler de dahil edilmiştir. Gorgonzola peynirinin Türkiye'de Ezine beyaz peyniri ile benzerliği nedeniyle popüler olabileceği belirtilmiştir. Çalışma, benzer araştırmaların İngiliz, Hollanda ve Fransız peynirleri için de yapılmasının faydalı olacağına dikkat çekmiştir.

KAYNAKÇA

- Baruzzi, F., Morea, M., Matarante, A., & Cocconcelli, P. S. (2000). Changes in the *Lactobacillus* community during Ricotta forte cheese natural fermentation. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 807–814. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01183.x>
- Bernini, V., Dalzini, E., Lazzi, C., Bottari, B., Gatti, M., & Neviani, E. (2016). Cutting procedures might be responsible for *Listeria monocytogenes* contamination of foods: The case of Gorgonzola cheese. *Food Control*, 61, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.021>
- Borghese, A. (2010). Development and perspective of buffalo and buffalo market in Europe and Near East. In *9th World Buffalo Congress* (s. 25-28). Buenos Aires.
- Borghese, A. (2013). Buffalo livestock and products in Europe. *Buffalo Bulletin*, 32(Special Issue 1), 50-74.
- Demirci, M., & Şimşek, O. (1997). *Süt işleme teknolojisi*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Di Cagno, R., Quinto, M., Corsetti, A., Minervini, F., & Gobbetti, M. (2006). Assessing the proteolytic and lipolytic activities of single strains of mesophilic lactobacilli as adjunct

- cultures using a Caciotta cheese model system. *International Dairy Journal*, 16, 119–130.
- Fontana, C., Cappa, F., Rebecchi, A., & Cocconcelli, P. S. (2010). Surface microbiota analysis of Taleggio, Gorgonzola, Casera, Scimudin and Formaggio di Fossa Italian cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, 138(3), 205–211.
- Fox, P. F. (1999). *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. Aspen Publishers.
- Gobbetti, M., Morea, M., Baruzzi, F., Corbo, M., Matarante, A., Considine, T., Di Cagno, R., Guinee, T., & Fox, P. F. (2002). Microbiological, compositional, biochemical and textural characterisation of Caciocavallo Pugliese cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 12, 511–523.
- Gürsoy, A., & Öztürkoğlu-Budak, Ş. (2019). Peynir. In E. Anlı & P. Şanlıbaba (Eds.), *Fermente gıdalar: Mikrobiyoloji, teknoloji ve sağlık* (s. xx-xx). ISBN: 978-605-7846-35-8.
- Kindstedt, P. S. (2017). The history of cheese. In P. Papademas & T. Bintsis (Eds.), *Global Cheesemaking Technology* (pp. 1–19). John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119046165.ch0a>
- Küçükkebabçı, M., & Şahin, M. (2002). Dünyada ve Türkiye’de mandacılık semineri. Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Afyon.
- Mancini, M. C., Menozzi, D., Donati, M., Biasini, B., Veneziani, M., & Arfini, F. (2019). Producers’ and consumers’ perception of the sustainability of short food supply chains: The case of Parmigiano Reggiano PDO. *Sustainability*, 11(3), 721.
- Mangione, G., Caccamo, M., Natalello, A., & Licitra, G. (2023). Graduate student literature review: History, technologies of production, and characteristics of ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3807–3826.
- Metin, M. (1998). *Süt teknolojisi*. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, İzmir.
- Morandi, S., Brasca, M., Lodi, R., & Battelli, G. (2009). Impiego di ozono per il controllo di *Listeria monocytogenes* in diverse tipologie di formaggio. *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia*, 60, 211–215.
- Morandi, S., Silvetti, T., Battelli, G., & Brasca, M. (2019). Can lactic acid bacteria be an efficient tool for controlling *Listeria monocytogenes* contamination on cheese surface? The case of Gorgonzola cheese. *Food Control*, 96, 499–507. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.012>
- Mucchetti, G., Carminati, D., & Pirisi, A. (2002). Ricotta fresca vaccina ed ovina: Osservazioni sulle tecniche di produzione e sul prodotto. *Il Latte*, 27, 154–166.
- Pintado, M. E., Macedo, A. C., & Malcata, F. X. (2001). Review: Technology, chemistry and microbiology of whey cheeses. *Food Science and Technology International*, 7, 105–116. <https://doi.org/10.1177/108201320100700202>
- Pizzillo, M., Claps, S., Cifuni, G. F., Fedele, V., & Rubino, R. (2005). Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese. *Livestock Production Science*, 94, 33–40.
- Santoro, A., Guida, M., Oliva, A., Bafunno, A., & Parisi, G. (2019). The role of microflora on the texture of traditional mozzarella cheese. *International Dairy Journal*, 98, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.03.005>

ISITMA SİSTEMLERİ İÇİN MANYETİK FİLTRE TASARIMI VE OPTİMİZASYONU

Makina Mühendisi AYKUT ALP YILMAZ

ECA Valf Sanayii A.Ş.

aykutalp199799@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-4170-528X

Makina Mühendisi HALİS OZAN ALTINTAŞ

ECA Valf Sanayii A.Ş.

ozanaltintas94@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-4073-904X

MELİH ABUR

Ege üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / Makina Mühendisliği

melihabur14@gmail.com, ORCID: 0009-0003-4289-2633

VAHİT ARDA İMAMOĞLU

Ege üniversitesi, Mühendislik Fakültesi / Makina Mühendisliği

imamogluarda@gmail.com, ORCID: 0009-0004-2381-8582

Özet

İklimlendirme sistemleri, modern yaşamın önemli konfor unsurlarından biri olup, verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak amacıyla sürekli olarak yenilikçi çözümler geliştirilmesi gerekmektedir. Su tesisatlarında biriken metalik partiküller, oksidasyon nedeniyle korozyon oluşturur ve bu da ısıtma sistemlerinde performans kaybına, arızalara ve yüksek bakım maliyetlerine yol açar. Bu sorunun çözülmesi için manyetik filtreleme teknolojisi, su içindeki metalik tortuları etkili bir şekilde uzaklaştırarak sistemin sağlıklı çalışmasını sağlar. Bu çalışma, manyetik filtrelerin tasarımını geliştirmek ve optimize etmek amacıyla yapılan araştırmalar ve analizleri içermektedir.

Manyetik filtrelerin temel çalışma prensibi, güçlü manyetik alanlar aracılığıyla su içindeki metalik partikülleri çekmek ve sistemden uzaklaştırmaktır. Bu sayede, ısıtma sistemlerindeki korozyon riski minimize edilir ve cihazların ömrü uzatılır. Tasarım çalışmamızda, bu filtrelerin kullanım kolaylığını artıran özellikler üzerinde odaklanılmıştır. Özellikle, kapalı sistemlerde su basıncını düşürmeden filtreleme yapılabilmesi sağlanarak, kurulum ve bakım süreçleri daha verimli hale getirilmiştir. Ayrıca, filtrelerin uzun ömürlü, düşük maliyetli ve çevre dostu olmaları hedeflenmiştir. Tasarımda, optimum manyetik alan yoğunluğunu sağlayan ve suyun akışını engellemeyen bir yapı geliştirilmiştir. Bu sayede, ısıtma sistemlerinin verimli çalışması, enerji tasarrufu sağlanması ve çevresel etkilerin azaltılması mümkün olmuştur.

Yapılan literatür araştırmaları ve tasarım analizleri neticesinde, optimize edilmiş bir manyetik filtre çözümü geliştirilmiştir. Bu çözüm, endüstriyel ve domestik ısıtma sistemlerinde etkin bir şekilde kullanılabilir. Ülkemizde henüz yaygın olmayan manyetik filtreler, gelişmiş ülkelerde ısıtma sistemlerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Tasarımımız hem maliyet açısından hem de sistem verimliliği bakımından avantajlar sunarak, yüksek bakım maliyetlerini engellemeyi ve uzun vadede enerji verimliliği sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yenilikçi çözüm, gelecekte Türkiye’de de yaygınlaşarak, iklimlendirme sektörüne önemli katkılar sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: İklimlendirme, Isıtma Sistemleri, Korozyon, Manyetik Filtre, Enerji Verimliliği, Basınç Kayıpları

MAGNETIC FILTER FOR HEATING SYSTEMS DESIGN AND OPTIMISATION

Abstract

Climate control systems are one of the essential comfort elements of modern life, requiring the continuous development of innovative solutions to enhance efficiency and sustainability. Metallic particles accumulating in water installations cause corrosion due to oxidation, leading to performance losses, malfunctions, and high maintenance costs in heating systems. To address this issue, magnetic filtration technology effectively removes metallic debris from water, ensuring the healthy operation of the system. This study encompasses research and analyses conducted to develop and optimize the design of magnetic filters.

The fundamental working principle of magnetic filters is to attract and remove metallic particles in water using strong magnetic fields. This minimizes the risk of corrosion in heating systems and extends the lifespan of devices. Our design efforts focused on features that enhance the ease of use of these filters. Specifically, the ability to perform filtration without reducing water pressure in closed systems has made installation and maintenance processes more efficient. Additionally, the filters were designed to be durable, cost-effective, and environmentally friendly. A structure was developed that provides optimal magnetic field intensity without obstructing water flow. Consequently, the efficient operation of heating systems, energy savings, and a reduction in environmental impact have been achieved.

Based on literature reviews and design analyses, an optimized magnetic filter solution has been developed. This solution can be effectively utilized in both industrial and domestic heating systems. While magnetic filters are not yet widespread in our country, they have become an indispensable part of heating systems in developed countries. Our design offers advantages in terms of both cost and system efficiency, aiming to prevent high maintenance costs and ensure long-term energy efficiency. This innovative solution is expected to become more prevalent in Turkey in the future, making significant contributions to the climate control sector.

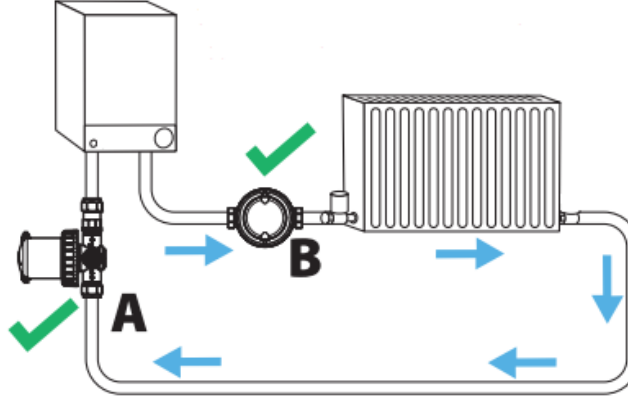
Keywords: Climate Control, Heating Systems, Corrosion, Magnetic Filter, Energy Efficiency, Pressure Losses

1. GİRİŞ

Bu çalışma, özellikle bireysel ısıtma sistemleri kullanılan konutlarda, ısıtma devresindeki suyun içerisinde çözünmeyen katı kirleticilerin (örneğin, kum, metal tozu, tortu vb.) ısıtma devresine zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan bir manyetik filtrenin özelliklerini ele almaktadır. Isıtma sistemlerinde zamanla biriken bu tür partiküller, ısıtma cihazlarının (örneğin kombi, kazan) iç mekanizmalarına zarar vererek sistem performansını düşürmekte ve bakım maliyetlerini artırmaktadır. Bu nedenle manyetik filtreler, ısıtma devrelerindeki kirleticili maddelerin etkin bir şekilde tutulması ve sistemden ayrıştırılması için hayati bir öneme sahiptir.

Bahsedilen manyetik filtreler, bireysel ısıtma sistemleri üreticileri tarafından özellikle kombi ve kazan gibi ısıtıcı cihazların uzun ömürlü ve verimli çalışmasını sağlamak amacıyla bir sistem elemanı olarak kullanılmak üzere talep edilmektedir. Bu filtreler, ısıtma devresinin genel performansını artırmanın yanı sıra, cihazların aşınma ve tıkanmalara karşı korunmasına da katkı sağlamaktadır. (HERDEM, ABBASOV, & KÖKSAL)

Manyetik filtre, ısıtma suyunun kontrollü bir şekilde yönlendirilmesine imkan tanıyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu filtre, çalışma pozisyonundayken suyun serbest akışını sağlamakta; 90° döndürülmesi durumunda ise su akışını tamamen durdurmaktadır. Filtrenin 180° döndürülmesi halinde ise manyetik filtre devre dışı kalarak (bypass modunda) ısıtma sistemine akışın kesintisiz şekilde devam etmesini sağlamaktadır. Bu özellik, filtre bakımının veya temizliğinin gerektiği durumlarda sistemin kesintisiz çalışmasını mümkün kılarak kullanıcı dostu bir çözüm sunmaktadır.



Şekil 1. Manyetik filtrenin bağlantı nokta şeması

Şekil 1’de de gördüğünüz üzere tasarımı yapıtığımız ürünün kullanım şeması belirtilmiştir.

2. AMAÇ

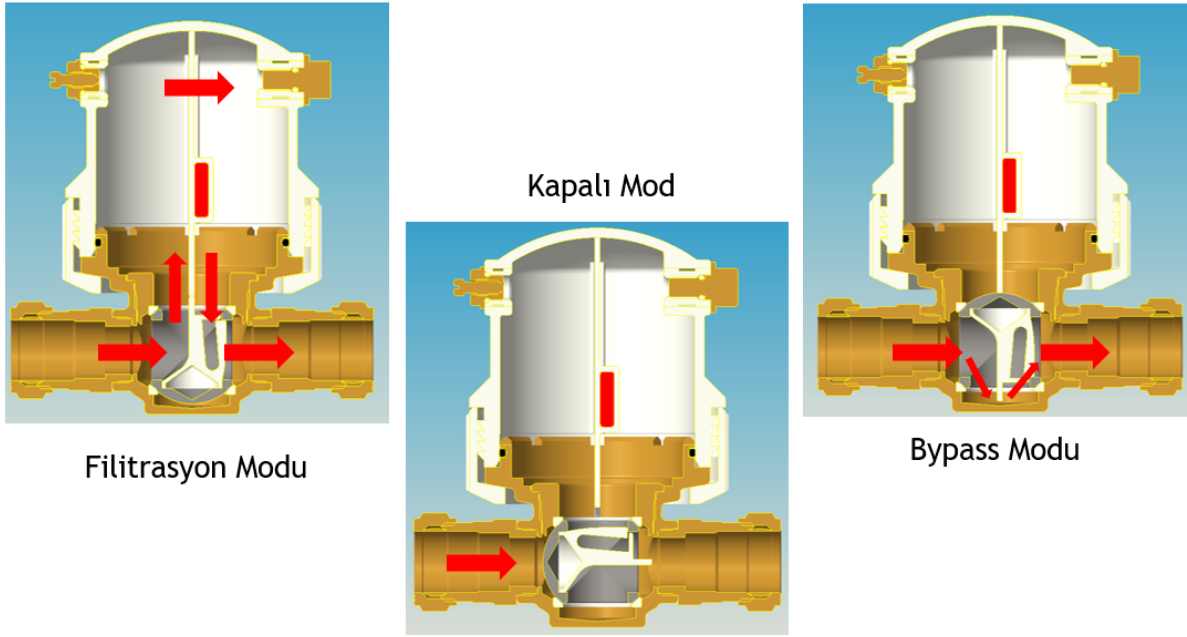
Bu proje, ısıtma sistemlerinde kullanılmak üzere manyetik bir filtrenin firmamız bünyesinde ilk defa tasarlanmasını ve üretimini kapsamaktadır. Firmamız, tesisat sistemleri için valfler ve çeşitli filtreler üretme konusunda uzmanlaşmış olsa da, ısıtma sistemlerine özel bu tür bir manyetik filtre henüz ürün portföyümüzde yer almamaktadır. Proje kapsamında tasarlanacak olan bu ürünün, yüksek performansı ve kullanım kolaylığı sayesinde uluslararası pazarda rekabet avantajı sağlayarak geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından tercih edilmesi hedeflenmektedir.

Projenin Beklenen Çıktıları:

- Isıtma sisteminde dolaşan akışkan içerisindeki demir, nikel ve kobalt gibi manyetik özellik gösteren partiküllerin yüksek etkinlikle ayrıştırılması.
- Filtrasyon ve bypass modları arasında düşük basınç kaybı sağlayarak sistem verimliliğini koruma.
- Filtrenin temizlenmesi esnasında, ısıtma sistemindeki akışın bypass hattı üzerinden kesintisiz bir şekilde devam ettirilmesi.
- Projenin tasarım süreci, belirlenen performans hedeflerini karşılayacak şekilde detaylı mühendislik çalışmalarıyla yürütülecek ve ürün, kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik optimum çözümü sunacak şekilde geliştirilerek tamamlanacaktır. (ÇAKAR, 2021)

3. YÖNTEM

Bu çalışmada tasarlanan küre modeli ile manyetik filtremizin şekil 2’de çalışma düzeneği gösterilmiştir. Filtrasyon modu, kapalı modu ve Bypass modu olmak üzere üç farklı çalışma seçeneği sunulmuştur.



Şekil 2. Manyetik filtrenin çalışma mekanizmaları

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Proje kapsamında yapılan tasarım çalışmaları sırasında, vana gövdesi içerisinde volanın pozisyonuna bağlı olarak, harici bir ekipmana ihtiyaç duyulmaksızın su akışının bypass edilmesini sağlayacak bir gövde küre mekanizması geliştirilmiştir. Bu tasarım, su akışını doğrudan filtreleme modundan bypass moduna yönlendirebilme özelliğiyle, kullanıcı dostu bir çözüm sunmaktadır. Gövde küre aksamı, hem üretim kolaylığı hem de maliyet etkinliği göz önünde bulundurularak iki aşamalı bir üretim yöntemiyle tasarlanmıştır. Bu yöntemde, tekil bir döküm sürecinden ziyade pirinç dövme ve plastik enjeksiyon süreçlerinin birleştirilmesi tercih edilmiştir. Bu yaklaşım, üretim sürecinin hem verimliliğini artırmış hem de ürünün hassasiyet ve dayanıklılık gereksinimlerini karşılamıştır. (İlker Ali ÖZKAN, 2011)

Ürün, ısıtma sistemlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş olup, 0-6 bar basınç aralığında ve 0-75°C sıcaklık aralığında çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu teknik özellikler, ürünü ısıtma sistemleri için uygun hale getirirken, sistemlerin dayanıklılık ve güvenilirlik gereksinimlerini de karşılamaktadır.

Manyetik filtre tasarımında, sistemin işlevselliğini artıracak şekilde özel elastomer malzemeler, güçlü mıknatıslar ve üç yollu küre mekanizması kullanılmıştır. Bu bileşenlerin seçimi, filtrenin etkinliğini ve uzun ömürlülüğünü sağlamayı hedeflemektedir. (BÜTÜN, 2023)

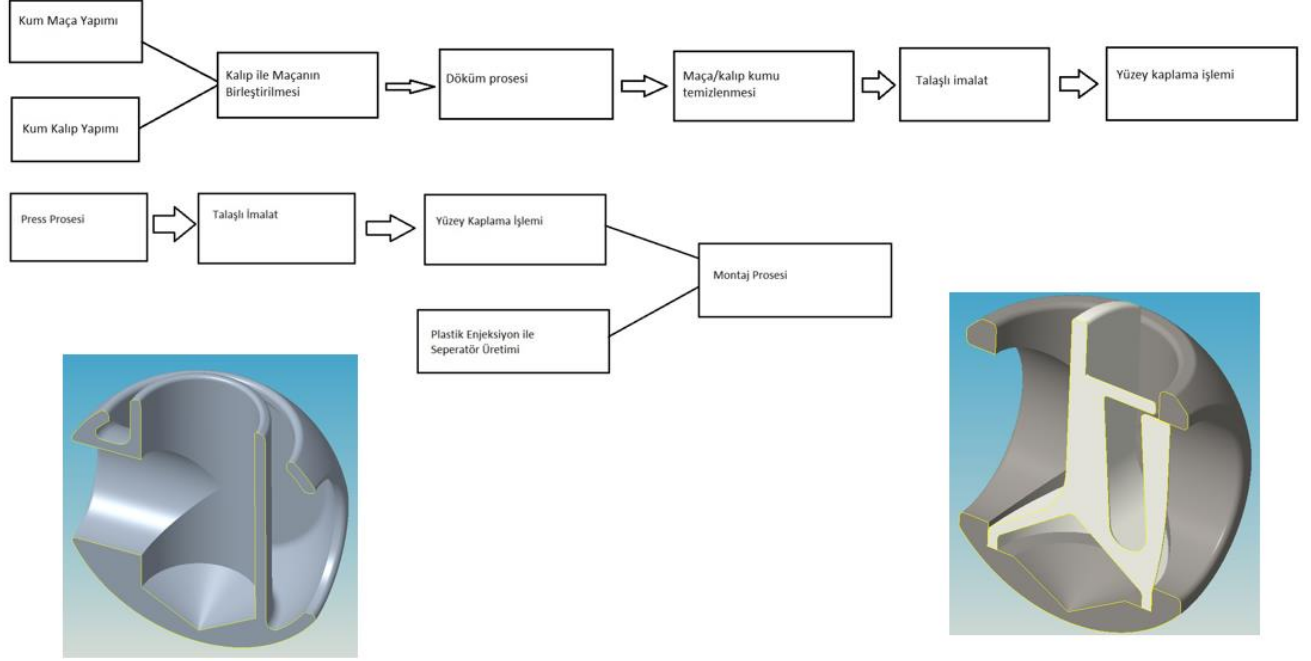
Üretim Süreci ve Zorluklar:

Mevcut sistemlerde kullanılan benzer ürünlerin üretim süreçleri incelendiğinde, döküm prosesinin karmaşıklığı ve bunun beraberinde getirdiği sorunlar dikkat çekmektedir. Geleneksel döküm yöntemiyle üretim yapılabilmesi için, bir defaya mahsus olmak üzere özel maça kalıpları ve döküm kalıplarının tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca, her bir üretim için, bu ana kalıplardan üretilen kum maça ve kum döküm kalıplarının kullanımı zorunludur. Döküm işlemi sonrası, parçanın etrafında kalan kalıp ve maça kumlarının temizlenmesi gerekmekte olup, bu adım üretim sürecine ek yük getirmektedir. (HACİFAZLIOĞLU)

Döküm prosesinin ardından, talaşlı imalat aşamaları karmaşık ve zaman alıcıdır. Parçanın karmaşıklığı, talaşlı imalat sırasında çene sabitleme alanlarının kısıtlanmasına yol açmakta ve bu durum işlem hassasiyetini düşürmektedir. Talaşlı imalat süreci; küresel yüzey işlemi, farklı çap ve derinliklerde üç

adet delik açma operasyonu ve slot oluşturma gibi adımlardan oluşmaktadır. Her bir adımda, parçanın farklı çenelerle sabitlenmesi gerekmekte, bu da süreci daha zahmetli hale getirmektedir.

Son olarak, yüzey işlemi sırasında, parçanın karmaşık geometrisi nedeniyle iç yüzeylerde istenilen yüzey kalitesine ulaşılamamaktadır. İç yüzeylerdeki kaplama kalınlığının stabil olmaması, yüzey kaplama işlemini de güçleştirmektedir. Bu problemler, üretim sürecini hem teknik hem de maliyet açısından zorlaştırmakta ve bu nedenle alternatif üretim yöntemlerine olan ihtiyaç daha da belirgin hale gelmektedir.



Şekil 3. Manyatik filtre için tasarlanmış kürenin üretim prosesleri

Proje kapsamında tasarlanan ürüne ait üretim yöntemi, plastik ve metal bileşenlerin montajlanmasıyla oluşturulmaktadır (Şekil 3). Üretim süreci, bir metal üretim prosesi ile bir plastik üretim prosesinden oluşmaktadır. Ancak, bileşenlerin tasarımındaki yalınlık ve basitlik, üretim sürecinin daha kolay ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır.

Metal Aksamın Üretim Süreci:

Proje konusu ürünün metal bileşenleri, geleneksel döküm yönteminden farklı olarak presleme yöntemiyle üretilmektedir. Bu yöntem, üretim maliyetlerini düşürmenin yanı sıra üretim hassasiyetini artırmak için tercih edilmiştir. Presleme süreci için yalnızca bir adet basit geometrik forma sahip pres kalıbına ihtiyaç duyulmaktadır. Presleme işlemi sonrasında elde edilen yarı mamul, herhangi bir ek işleme gerek duyulmaksızın doğrudan talaşlı imalat sürecine alınmaktadır.

Talaşlı imalat işlemleri, bileşenlerin sade tasarımı sayesinde daha basit çenelerin kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu durum, parçanın sabitlenebileceği yüzey alanını artırarak işleme hassasiyetini önemli ölçüde yükseltmektedir. Talaşlı imalat adımları şu şekilde sıralanmaktadır:

Küresel yüzey işlemi,

Aynı çapta iki farklı derinlikte delik operasyonu,

Slot açma işlemi.

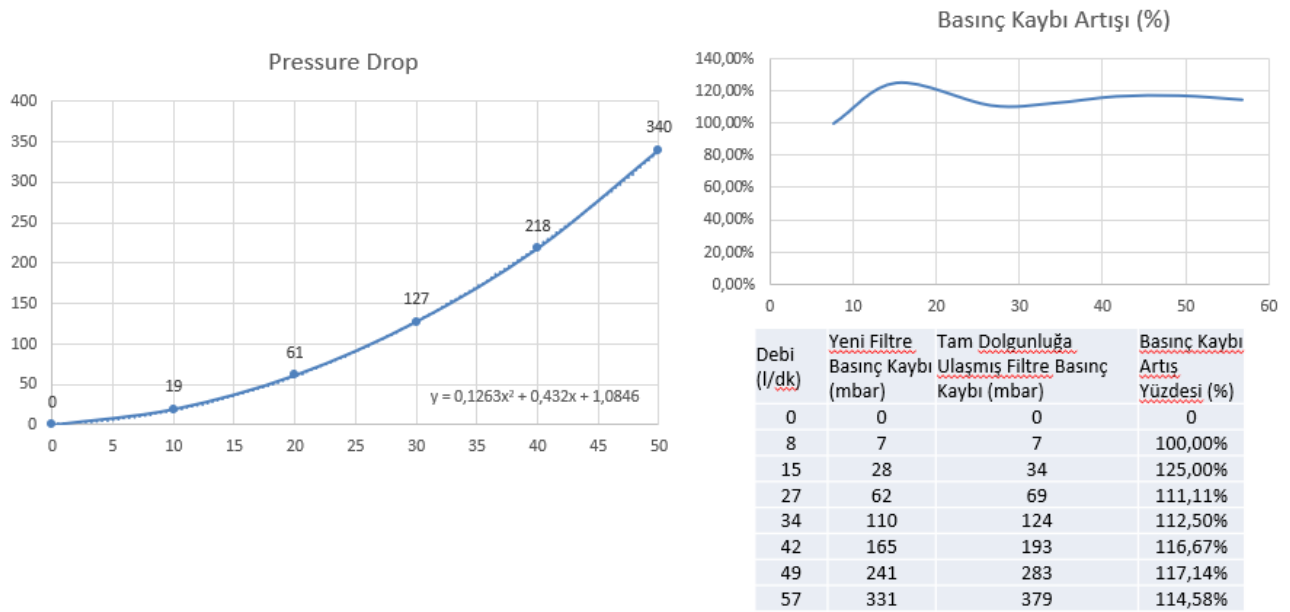
Bu işlemler sırasında, her adım için kürenin farklı çenelerle sabitlenmesi gerekmektedir. Ancak, geleneksel süreçlerle karşılaştırıldığında, delik işlemi sayısının bir azaltılmış olması, toplam işlem

süresini kısaltmakta ve operasyonel sadeliği artırmaktadır. Bu durum, üretim sürecindeki hata riskini ve karmaşıklığı önemli ölçüde azaltarak verimliliği yükseltmektedir. Ayrıca, bileşenlerin basit geometrisi sayesinde tüm yüzeyler işlem görmektedir. Bu da yüzey kaplama işlemi sırasında istenen stabil kaplama kalınlığının tüm yüzeylerde sağlanmasına olanak tanımaktadır.

Plastik Aksamın Üretim Süreci:

Plastik bileşenlerin üretimi için bir adet plastik enjeksiyon kalıbının tasarlanması ve üretilmesi gerekmektedir. Plastik enjeksiyon yöntemi, yüksek hassasiyetli ve tekrarlanabilir bir üretim süreci sunarak, parçaların standardizasyonunu sağlamaktadır. Üretilen plastik yarı mamuller, metal bileşenlerle birlikte basit ve hızlı bir montaj sürecinden geçirilerek nihai ürünü oluşturmaktadır.

Bu üretim yöntemi, bileşenlerin yalın tasarımı ve optimize edilmiş proses akışı sayesinde, hem toplam üretim süresini kısaltmakta hem de üretim maliyetlerini düşürmektedir. Aynı zamanda, ürünün tasarım ve üretim süreçlerinde sağlanan bu sadelik, yüksek kaliteli ve hassas bir nihai ürün elde edilmesine imkan tanımaktadır.



Şekil 4. Manyetik Filtrenin Dolgunluğa Bağlı Olarak Oluşturduğu Sistem Basınç Kayıpları

Proje kapsamında yapılan analizlerden biri, manyetik filtrede biriken metal parçacıkların sistem debisi üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu analiz, filtre performansını değerlendirmek ve sistem basıncı üzerindeki olası etkileri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

İncelemeler sonucunda, tamamen dolmuş (metal parçacıklarla maksimum seviyede dolu) bir filtre ile temiz bir filtre arasındaki performans farkları gözlemlenmiştir. Analizler, debi değerinin artmasıyla birlikte sistemdeki basınç kaybının da orantılı olarak arttığını ortaya koymuştur. Bu durum, tam dolgunluğa ulaşmış filtrede biriken metal parçaların akışkanın geçişine karşı oluşturduğu dirençten kaynaklanmaktadır. (ABBASOV & HERDEM)

Temiz filtre ile tam dolgunluğa ulaşmış filtre arasındaki temel fark, dolu filtrenin sistem basıncına daha fazla olumsuz etkide bulunmasıdır. Bu olumsuz etki, özellikle yüksek debi değerlerinde belirgin hale gelmekte ve sistemin genel hidrolik performansını düşürebilmektedir.

Bu bulgular, filtre tasarımında optimize edilmesi gereken kritik noktaları vurgulamaktadır. Daha düşük basınç kaybı ile yüksek filtrasyon etkinliği sağlayabilecek bir tasarım hem sistemin verimliliğini artıracak hem de uzun süreli kullanımda sistem performansını koruyacaktır.

5. SONUÇ

Yaptığımız çalışmalar sonucunda, optimum bir tasarıma sahip, üretim süreçlerine uygun ve sistem basıncının düşmesi sorununa etkin bir çözüm sunan bir ürün tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarım, hem teknik gereksinimleri karşılamakta hem de maliyet etkinliğiyle öne çıkmaktadır. Bu ürün, işlevsellik açısından aynı performansı sunan muadil ürünlere göre montaj kolaylığı ve üretim maliyeti açısından üstünlük sağlamaktadır.

Optimum tasarımın sağladığı bu avantajlar, hem üreticiler hem de son kullanıcılar için önemli faydalar sunmaktadır. Tasarım, öngörülen bakım periyotlarında gerçekleştirilecek filtre değişim işlemleriyle, bakım süreçlerini sadeleştirmekte ve genel bakım maliyetlerini minimuma indirmektedir. Böylece kullanıcılar, yalnızca filtre değişim maliyeti ile sistemlerini etkin bir şekilde çalışır durumda tutabilmekte, ek bakım hizmetleri masraflarından tamamen kurtulmaktadır.

Bu sonuçlar, geliştirilen ürünün hem teknik hem de ekonomik açıdan başarılı bir çözüm sunduğunu ve piyasada rekabet avantajı yaratabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Abbasov, T., & Herdem, S. (Tarih Yok). Manyetik Filtrasyon İşlemlerine Etkiyen Temel Teknolojik Parametrelerin Analizi. *Elektrik -Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi*.
- Bütün, B. O. (2023). Merkezi Isıtma Sistemlerinde Korozyon Oluşumunun İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çakar, A. (2021, Kasım). Monoblok Hadde Sivi Yağlama Sistemleri İçin Manyetik Seperatör Tasarımı. Karabük: Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Hacifazlıoğlu, H. Manyetik Ayırmadaki Son Gelişmeler Ve Alternatif Manyetik Ayırıcı Tiplerinin Tanıtılması. Avcılar-İstanbul, Türkiye: İstanbul Yerbilimleri Dergisi, C.24, S.1, Ss. 75-93, Y. 2011.
- Herdem, S., Abbasov, T., & Köksal, M. Manyetik Filtrede Tutulan Parçacıkların Manyetik Alinganlığının Önemi.
- İlker Ali Özkan, İ. S. (2011). *Manyetik Filtreler İçin Fpga Tabanlı Bulanık Kontrolör Tasarımı*. Konya, Türkiye: Selçuk-Teknik Dergisi.