

insoc18

International Science and Academic Congress'18
Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi'18



8-9 Aralık 2018, Konya-Türkiye
December 8-9, 2018, Konya-Turkey

Full Text/Tam Metin



Bildiriler Kitabı

Proceedings Book

ISBN:978-605-69062-0-6

Editörün Notu/ Editor's Note

8-9 Aralık 2018 tarihlerinde Konya ili, Dedeman Konya Hotel & Convention Center'da düzenlenen Uluslararası Bilim ve Akademi Kongremiz yoğun bir katılım ile gerçekleştirilmiştir.

Kongremizde bilim dünyasının önemli isimleri akademik çalışmalarını sunmuş ve tartışma ortamı bulmuşlardır. Kongremize bizzat katılarak bizleri onurlandıran yabancı davetli konuşmacılarımıza özellikle teşekkür ederim.

Kongremize katılan ve ilgi gösteren tüm akademisyenlerimize teşekkür eder, gelecek kongrelerimize de katılımlarından onur duyarız.

International Science and Academic Congress held in Dedeman Konya Hotel & Convention Center in Konya on December 8-9, 2018 with a great participation.

Important names of the scientific world presented their academic studies and found a discussion ambience. Especially, I would like to thank foreign invited speakers who joined us in insac congress.

We would like to thank all of academics who have participated in insac congress.



Doç. Dr. Mehmet Dalkılıç

Organizing Committee and Secretary / Düzenleme Kurulu



Assoc. Prof. Dr. Mehmet Dalkılıç

Prof. Dr. Vüsale Musali

Assoc. Prof. Dr. Metin Açıkyıldız

Dr. Halil Uzun

Dr. Yakup Doğan

H. Banu Kesinkaya

Meliha Uzun

Davetli Konuşmacılar / Invited Speakers



Assist. Prof. Dr. Atheer Matroud
New Zealand

"Nested Tandem Repeats analysis and computation"



Assist. Prof. Dr. Badiossadat Hassanpour
Malaysia

"Education for sustainable development: a link between long term goals and immediate actions"



Prof. Dr. Vüsale Musalı
Azerbaijan

"Yeni Belgeler Işığında I. Dünya Savaşı Yıllarında Rus Oryantalistlerin Anadolu'daki Faaliyetleri"



Prof. Dr. MHA Jasmin Latović
Bosna-Hersek

"Bosna-Hersek'te Osmanlı izleri ve güncel ilişkiler"



Prof. Dr. Olcobay Karatayev
Kirgizistan

"Medieval History"



Assist. Prof. Dr. Murad Halmet
Uzbekistan

"Sovyet İhtilalini Körükleyen Sebeplerden Biri 1916 İsyanı ve Bunun Özbek Edebiyatına Yansıması"

Bilim Kurulu /Science Committe

- Prof. Dr. A.Azmi Yetim, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Arslan Kalkavan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Prof. Dr. Angelo Sifaleras, University of Macedonia
- Prof. Dr. Akamigbo Frank, University of Nigeria
- Prof. Dr. Aghamirza Bashirov, Eastern Mediterranean University
- Prof. Dr. Asuman Seda Saracaloglu, Adnan Menderes Üniversitesi
- Prof. Dr. Ioanna Chinou, National and Kapodistrian University of Athens
- Prof. Dr. Agwu Ekwe, University of Nigeria
- Prof. Dr. A. Ahmet Doğan, Kırıkkale Üniversitesi
- Prof. Dr. Bilge Donuk, İstanbul Üniversitesi
- Prof. Dr. Birol Üner, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. Cengiz Arslan, Fırat Üniversitesi
- Prof. Dr. Erdal Bay, Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Ercan Oktay, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. Eleni Sella, National and Kapodistrian University of Athens
- Prof. Dr. Faruk Yamaner, Hitit Üniversitesi
- Prof. Dr. Fevzi Kılıçel, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Prof. Dr. H. Mustafa Paksoy, Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Hayri Ertan, Anadolu Üniversitesi
- Prof. Dr. Mehmet Günay, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Metin Kaya, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Nevzat Mirzeoğlu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Prof. Dr. Vedat Çınar, Fırat Üniversitesi
- Prof. Dr. Fehmi Tuncel, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Gülfem Ersöz, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Güner Ekenci, İstanbul Gelişim Üniversitesi
- Prof. Dr. Lynn Rose, American University of Iraq
- Prof. Dr. Nazım Şekeroğlu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Prof. Dr. M. Yalçın Taşmektepligil, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Prof. Dr. Muhsin Hazar, Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Nurtekin Erkmen, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Olcobay Karatayev, Manas Üniversitesi
- Prof. Dr. Osman Türer, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Prof. Dr. Osman Yılmaz, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Prof. Dr. Osman İmamoğlu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Prof. Dr. Sadettin Paksoy, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Prof. Dr. S. Rana Varol, Ege Üniversitesi
- Prof. Dr. Saadettin Yıldırım, Adnan Menderes Üniversitesi
- Prof. Dr. Salih Yılmaz, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
- Prof. Dr. Semiyha Tuncel, Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Selçuk Çalışır, Selçuk Üniversitesi
- Prof. Dr. Settar Koçak, Orta Doğu Teknik Üniversitesi
- Prof. Dr. Vüsale Musalı, Bakü Üniversitesi
- Prof. Dr. Ziaaddin Zamanzadeh, Khazar University
- Prof. Dr. Zbigniew Pater, Uniwersytet Zielonogórski
- Prof. Dr. MA Jasmin Latović, Uluslararası Travnik Üniversitesi
- Prof. Dr. M. Hakan Cevher, Ege Üniversitesi
- Prof. Dr. Bilal Uçar, Uluslararası Travnik Üniversitesi
- Prof. Dr. Ünal Özdemir, Karabük Üniversitesi
- Prof. Dr. Yavuz Erişen, Yıldız Teknik Üniversitesi

- Prof. Dr. Rifat Güneş, İnönü Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Ahmet Demirtaş, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Adnan Kalkan, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Atilla Pulur, Gazi Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Erdal Bay, Gaziantep Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fikret GÜLAÇTI, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. M. Çağrı Çetin, Mersin Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Faiq Elekber, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
- Assoc. Prof. Dr. Fikret Ramazanoğlu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fikret Soyer, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hakan Akdağ, Mersin Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Halim Avcı, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hasan Şahan, Akdeniz Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Selahattin Avcıaroğlu, N. Erbakan Üniversitesi-Kırgızistan-Türkiye Manas Üniv.
- Assoc. Prof. Dr. Reza Sirjani, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Edin Jahic, International University of Sarajevo
- Assoc. Prof. Dr. Erkan Yeşiltaş, Cumhuriyet Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Gülnara Anarbayeva, Celalabad Devlet Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Tevfik Agaçayak, Konya Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Onur Köksal, Selçuk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yagut Aliyeva, Bakü Devlet Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yener Özen, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Dünder Yener, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Erkut Tutkun, Uludağ Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Tayfun Dede, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Mustafa Yorulmazlar, Marmara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mübariz Ağalarlı, Azərbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Namiq Musalı, Hazar Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yaprak I. Özdemir, Karadeniz Teknik Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hayri Aydoğan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Alexander Chefranov, Eastern Mediterranean University
- Assoc. Prof. Dr. Hüdaverdi Mamak, Ömer Halis Demir Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Kemal Delihacıoğlu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ulukan, Adnan Menderes Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mustafa Yıldız, Akdeniz Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mürsel Biçer, Gaziantep Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Sefa Lök, Selçuk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Zafer Çimen, Gazi Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman Ekinci, Mardin Artuklu Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Fatih Bektaş, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Hakan Sunay, Ankara Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Metin Açıkyıldız, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Mustafa Dede, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Ömer Saylar, Gazi Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Sebahattin Devocioğlu, Fırat Üniversitesi
- Dr. Ali Öz, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Ahmet Şahin, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Guita Farivarsadri, Eastern Mediterranean University
- Dr. Bhanur Özkan, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Badiosadat Hassanpour, Eastern Mediterranean University
- Dr. Barbaros Serdar, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Halil Uzun, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Hülya Dede, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Hakan Acar, Bülent Ecevit Üniversitesi
- Dr. Meral Kuzgun, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Mehdi Bashiri, Khazar University

- Dr. Mehmet Çebi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Dr. Sait Korkmaz, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
- Dr. Ümit Polat, Ömer Halis Demir Üniversitesi
- Dr. Yakup Doğan, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Zeynel Abidin Yılmaz, Kilis 7 Aralık Üniversitesi
- Dr. Fatih Uslu, Akdeniz Üniversitesi
- Dr. Tolga Esen, Akdeniz Üniversitesi
- Dr. Türker Bıyıklı, Nişantaşı Üniversitesi
- Dr. Tuba Melekoğlu, Akdeniz Üniversitesi
- Dr. Yavuz Topkaya, Mustafa Kemal Üniversitesi
- Dr. Atheer Matroud, The American University of Iraq in Sulaimani
- Dr. Mohammed Bsher A. Asmael, Eastern Mediterranean University
- Dr. Erhan Devrilmez, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Erkan Akgöz, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi
- Dr. Recep Soslu, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
- Dr. Mohamad Alhijazi, Eastern Mediterranean University
- Dr. Murat Atasoy, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Dede Baştürk, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Kazım Kaya, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
- Dr. Erkan Akgöz, Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi/Selçuk Üniversitesi
- Dr. Recep Kahramanoğlu, Gaziantep Üniversitesi

İçindekiler

Editörün Notu/ Editor's Note	2
Organizing Committee and Secretary / Düzenleme Kurulu.....	3
Davetli Konuşmacılar / Invited Speakers	4
Bilim Kurulu /Science Committe	5
Design of a Chair Recognition Algorithm and Implementation to a Humanoid Robot (Fatma Gongor, Onder Tutsoy)	11
Sözleşmelerin Türk Lirası Cinsinden Yapılması Zorunluluğuna İlişkin Düzenlemenin Kambyo Senetleri Bakımından Değerlendirilmesi (Bilal Özel)	993
“30439 Sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine Ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik" Hükümlerinin Genel Değerlendirmesi Ve Bazı Öneriler (Meltem ERCAN ÖZLER)	1000
Merkezi Kompozit Tasarımı Kullanılarak Koagülasyon-Flokülasyon Prosesiyle Atıksu Bulanıklığının Giderilmesi (Adem TAŞDEMİR).....	1018
Combined Hermite-Taylor Matrix Method for Solving a Class of First Order Nonlinear Partial Integro-Differential Equations (Elif YALÇIN, Mehmet SEZER)	1030
Hermite Polynomial Solutions of the One-Dimensional Parabolic Convection–Diffusion Problems by Using Matrix-Collocation Method (Elif YALÇIN, Mehmet SEZER)	1043
A New Pillar[5]Arene/Nanoparticle System Fuctionalized With 3-Aminopropyltriethoxysilane (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen)	1051
The Preparation Of Supermagnetic Iron Oxide Nanoparticle Based On Pillar[5]Arene (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen).....	1059
Sualtı Algılayıcı Ağlarda Öncelik Duyarlı Algılayıcı Düğümler için Bulanık Mantık tabanlı Haberleşme Yaklaşımı (Muhammed Enes Bayrakdar).....	1066
Superparamagnetic Nanoparticle Modified With Thioglycolic Acid And Pillar[5]Arene (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen).....	1072
Turpta Tuz Stresinin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri (Şebnem Kuşvuran, Elif Kaya).....	1079
Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Dalli Darı (<i>Panicum virgatum</i> L.)’da Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi (Alpaslan Kuşvuran, Şebnem Kuşvuran, Recep İrfan Nazlı, Veyis Tansı).1088	
Tuz Stresinin Miskantus (<i>Miscanthus x giganteus</i>) Bitkisinde Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi (Alpaslan Kuşvuran, Şebnem Kuşvuran, Recep İrfan Nazlı, Veyis Tansı) 1096	
Yatay Yüklü Tekil Kısa Kazıklar Tasarımını Etkileyen Faktörlerin Üç Boyutlu Analizlerle Optimizasyonu (Moutasem Zarzour, Özcan Tan).....	1106

Örgütsel Sessizlik, Mobbing ve Tükenmişlik İlişkisi (Kemalettin ERYEŞİL, Mehtap ÖZTÜRK).....	1116
Erişkin Çağda Tespit Edilen Kistik Adenomatoid Malformasyon Olgusu (Atilla Can, Güven Sadi Sunam).....	1125
Kömürün Alt Isıl Değerinin Çoklu Lineer Regresyon İle Tahmininde Değişken Seçiminin Önemi (Adem TAŞDEMİR).....	1130
Moda Ve Feminizm Bağlamında Öğrencilerin Görüşleri: Selçuk Üniversitesi Örneği (Şerife Yıldız Nihal Ulurasba).....	1142
Kortikotomi Destekli Hızlı Ortodontik Tedavi Gören Sınıf I Çapraşıklığa Sahip Hastalarda Vestibül Kemik Kalınlığının Değerlendirilmesi (Zeynep Burçin Gönen, Alper Alkan, Abdullah Ekizer, Nukhet Kutuk, Zekeriya Taşdemir).....	1162

INSAC-18-1299

Design of a Chair Recognition Algorithm and Implementation to a Humanoid Robot (Fatma Gongor, Onder Tutsoy)

Design Of A Chair Recognition Algorithm And Implementation To A Humanoid Robot

Fatma Gongor and Onder Tutsoy

Adana Science and Technology University, Department of Electrical and Electronic Engineering, Adana, Turkey

{ftmgongor@gmail.com, otutsoy@adanabtu.edu.tr}

ABSTRACT: Humanoid robots requires sophisticated object recognition algorithms to efficiently interact with the highly dynamic environment. This paper proposes a 2-stage chair recognition algorithm and its implementation to the NAO humanoid robot. In the first stage, the most informative features are extracted from the preprocessed image by using the Generalized Hough Transform Technique, which can detect any arbitrary curves and lines. In the second stage, the extracted features are used to classify the different chair models using Support Vector Machines. Recognition accuracy of the developed chair recognition algorithm has been extensively analyzed on various chairs having different properties.

Keywords: Feature extraction, Generalized Hough Transform, humanoid robot, object recognition, Support Vector Machines.

1. Introduction

Although the Humanoid Robots (HRs) are essentially mechanical systems, to create social and interactive robots they should be equipped with various crucial properties of Human-Human Interaction (HHI) such as extracting and recognizing desired objects with instantaneous tracking performance. Having an idea about the description of a specific object allows the HRs to explore the environment and learn from the gained experience. With a simple glance of an object, for instance, humans are able to tell its identity or category irrespective of appearance variation such as pose change, light intensity variation, and deformation. Furthermore, based on the previous observations, humans can easily generalize a set of objects even they have never been seen before. In this paper, inspired by these sophisticated human vision abilities, it is aimed to enable the HRs to perform object recognition process for effective adaptation to the dynamic environment. This paper specifically focuses on recognizing a number of chairs having various shapes and locations. The proposed algorithm consists of two key stages: feature extraction from the pre-processed images and classification of them.

After performing a number of preprocessing steps, the feature extraction stage is initiated, which is crucial to carry out reliable and accurate object recognition. A large number of promising feature extraction algorithms have been developed and applied in the literature. In García-Garrido et al. and Hatzidimos et al. developed the Hough Transform (HT) technique to extract line features from the images, where the angles between the intersecting lines are evaluated to identify the triangle shape of the objects [1,2]. In addition, García-Garrido

et al. also applied the circular HT technique to detect circular traffic signs. Merlin and Farber depicted that the detection of an arbitrary shape at a given orientation and scale can be obtained by generalization of the classic HT technique [3]. Ballard extended the work of Merlin and Farber by focusing on how a generalized HT, essentially the modified version of the HT, to recognize non-parametric and irregular shapes for any given orientation and scale [4]. Tuytelaars et al. proposed a cascade technique to efficiently extract line candidates of the specific geometrical shapes [5].

With respect to other analytical shapes, Huang et al. offered a two-stage HT technique to separately locate the center of the sign circle, and then to determine its radius for the Chinese road sign detection [6]. Altun et al. utilized the Generalized Hough Transform (GHT) technique to recognize the Turkish finger spelling. In this case, interest regions are determined using the Scale Invariant Features Transform (SIFT) technique having skin color reduction property to eliminate the irrelevant regions in the image. Chau et al. suggested a technique for object detection using the GHT based on the color similarity between homogeneous segments of the object [7]. This technique has been shown to yield accurate and robust results against to illumination, occlusion and distortion. Furthermore, it is able to recognize the objects being translated, rotated, scaled and even located in a complex environment. As stated in [8], the HT is a promising feature extraction approach for shape analysis of the objects in images containing noisy, missing, and extraneous data; therefore, it is an appropriate approach to achieve the recognition of the various chairs accurately.

In terms of the classification of the different chairs, it is the most challenging problem in computer vision and robotics, especially in the presence of pose changes, intra-class variation, occlusion and background clutter. Park et. al., proposed the Back Propagation Neural Networks (BPNN) to classify the foreground and background objects in an image by applying a region based segmentation and reported 76.7% for 30 classes accuracy [9]. In Qureshi and Jalil used the Fourier Descriptor (FD) to extract the features and applied the BPNN classifier to recognize the objects [10]. Sohel and Amiruzzaman proposed a fingerprint authentication technique to indicate the characteristics of all the ages by using the BPNN classifier [11]. In [12], the Hopfield NN is considered to recognize the parts of the computer motherboard. Siogkas and Dermatas [13] and Piccioli et al. developed a template matching technique to classify the objects from the extracted features and performed cross-correlation to analyze the classification accuracy [14].

Fayiza K, T. et al. focused on the K-Nearest Neighbor (KNN) classifier, which makes decision based on the features close to the learned classification boundary [15]. Alternatively, in Lafuente-Arroyo et al. study, representation of images through the illumination values are classified using the SVMs where the Gaussian kernel function is applied for the SVMs [16]. Also, Fleyeh used the Zernike moments to extract the regions of interests and the SVMs is applied for the classification [17]. Osuna et al implemented the SVM to detect the face, and discriminate the face and non-face objects by using thousands of examples for training of the SVMs and testing [18]. Pontil and Verri applied the SVMs to classify the 3D objects in the Columbia Object Image Library (COIL) [19, 20]. However, in this research, the appearances of the described objects are explicitly different, and hence the discriminations of them are not extremely difficult. Roobaert et al. repeated these experiments with similar classification algorithms to analyze the comparative accuracy of the SVMs classifier [21]. For this paper, the SVM classifier is preferred to recognize the different chairs due to its high generalization performance without any additional priori knowledge, even when the dimension of the input space is high.

In the rest of the paper, Section 2 reviews the overall the structure of the algorithm, Section 3 presents the GHT technique to extract the key features, Section 4 classifies the extracted features of the selected chair models using the SVM classifier. Section 5 presents implementation of the algorithm to the NAO HR with simulation and experimental results and finally Section 6 summarizes the paper.

2. Configuration Of The Proposed Object Recognition Algorithm

As shown in the

Figure 1, the proposed algorithm includes essentially two main parts: Initially the HR takes images from the environment, then important features are extracted from the taken images by using the GHT technique. Finally, these features are classified with the SVM classifiers to recognize the various chair models. The sections below review the two key stages of the object recognition algorithm.

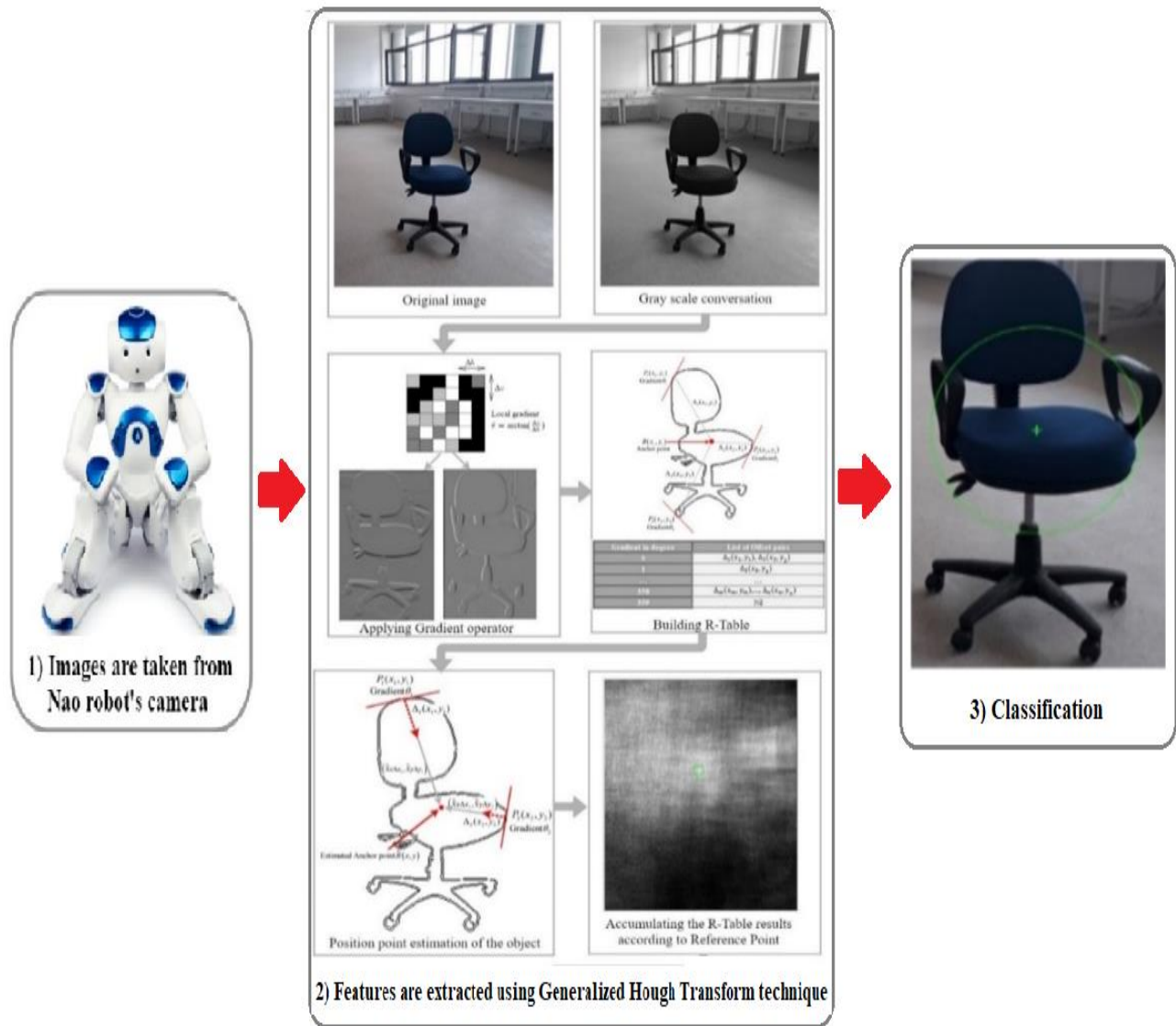


Figure 1: Configuration of the Cahir Recognition algorithm

3. Feature Extraction Using GHT

The HT is a popular method for the object recognition applications. It is applicable to analyze the objects having analytical shapes such as straight lines, circles and ellipses; whereas, for the more complex arbitrary shapes, the GHT, reviewed in this section, has satisfactory performance.

3.1. The Standard HT

The idea behind of the HT is to detect straight lines described as:

$$y = mx + b \quad (1)$$

with m is the slope parameter, b is the bias parameters of the line and x, y represent the trajectory of the line. According to obtained parameter values, a 2D parameter space is created to determine the intersection points of the lines. Line offsets for the various inputs and outputs the line slopes are calculated as;

$$b_j = x_i m_j + y_i \quad (2)$$

Each pair (x_i, y_i) produces straight lines as shown in *Figure 2*.

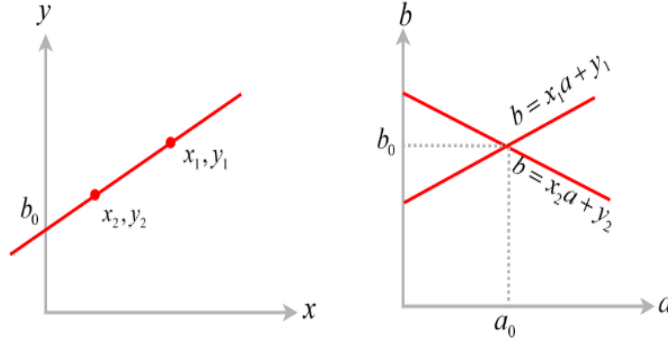


Figure 2: Line generation process.

As the vertical lines have infinite slope, equation 1 cannot be used for the line generation. To handle this problem Duda et al., developed an alternative formulation stated as [22]:

$$p = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (3)$$

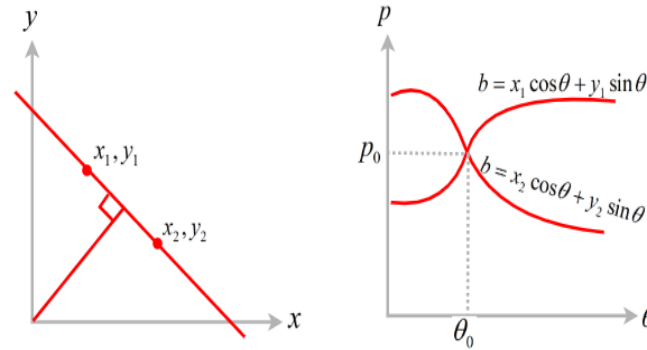


Figure 3: Duda's alternative formulation.

In this formulation, the line is described with (p, θ) parameters where p represents the length of the normal to the line and θ is the angle. As can be seen from the

Figure 3, every (x_i, y_i) points in image space produces a corresponding cosine curve in the transform space, which solves the unbounded slope problem. From the constructed parameter space the dominant lines in the image are determined from the number of lines intersects, which is the desired target of the HT technique.

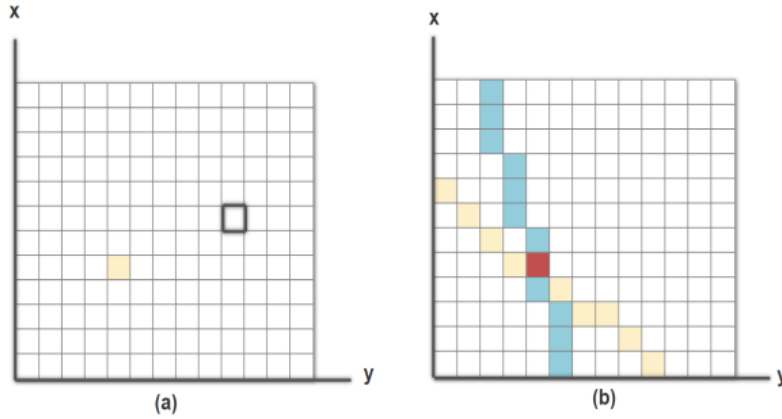


Figure 4: (a) Image space, (b) parameter space [23]

The lines intersection point is named as an accumulator cells and each parameter space line is assigned into the cells one by one and each cell accumulates the total number of the intersecting lines.

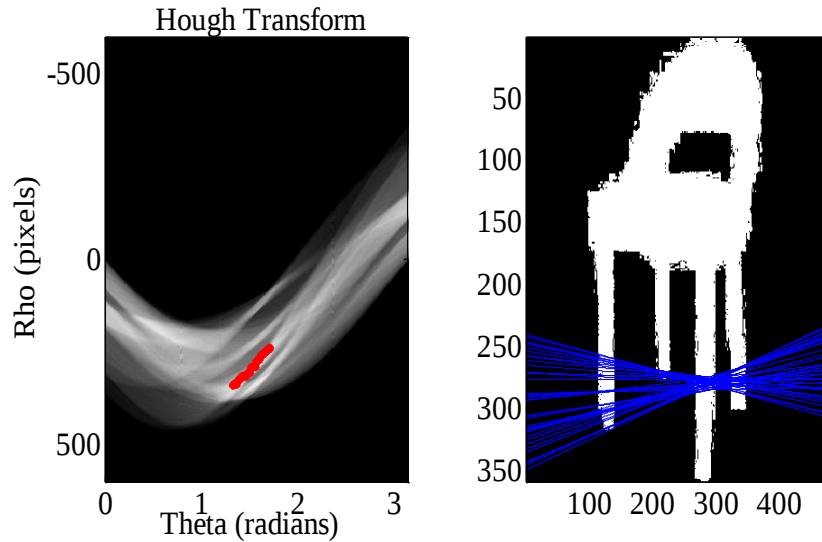


Figure 5: Hough peaks representation of a chair model in an accumulator [23]

In addition to the straight line detection, GHT, reviewed next, has been utilized to describe other analytical shapes.

3.2. The GHT for Recognizing Arbitrary Shapes

The HT having efficient robustness against the noise and occlusion led to development of its extensions, which can deal with the feature extraction of the more general and non-analytical shapes. One of them is the GHT allowing the non-analytical representation of the arbitrary shapes with a table called as R-Table storing the position of the edge points with respect to the orientation of the gradient at each point. In the voting process, for each edge point in the image, points in the R-Table with the same orientation are utilized to get an estimate of the location of the object, and obtained data is gathered accordingly in a 2D accumulator space. The GHT can also be used to recognize a rotated or scaled objects with a scaling factor and a rotation angle. In this case, the parameter space is expanded to a 4D from 2D accumulator array.

During the implementation of the gradient calculation to generate R-Table, horizontal and vertical filtering mask are utilized defined as:

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -3 & 0 & 3 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Figure 6: Horizontal and vertical filtering masks.

Then, the gradient difference maps are obtained by performing these two masks independently as shown in Figure 7.



Figure 7: Gradient operator application using vertical and horizontal masks

The local gradient at every point is given by:

$$\theta = \arctan\left(\frac{\Delta_v(x,y)}{\Delta_h(x,y)}\right) \quad (4)$$

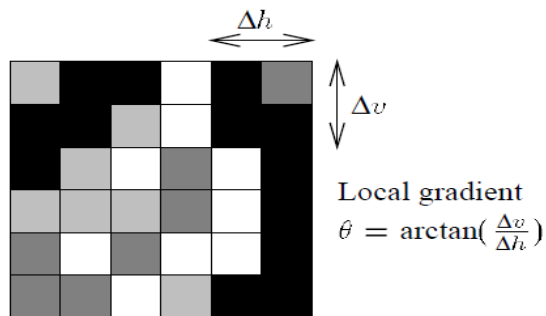


Figure 8: Gradient determination process.

An anchor point $R(x_c, y_c)$ is chosen as a reference center point or anchor point. From any arbitrary point $P_i(x_i, y_i)$ an offset value to the anchor point is calculated as:

$$\Delta_i(x_i, y_i) = R(x_c, y_c) - P_i(x_i, y_i) \quad (5)$$

The R-Table is formed with combination of the local gradient and obtained these offset values. *Figure 8* illustrates the R-Table generation and **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** shows the components of the R-table.

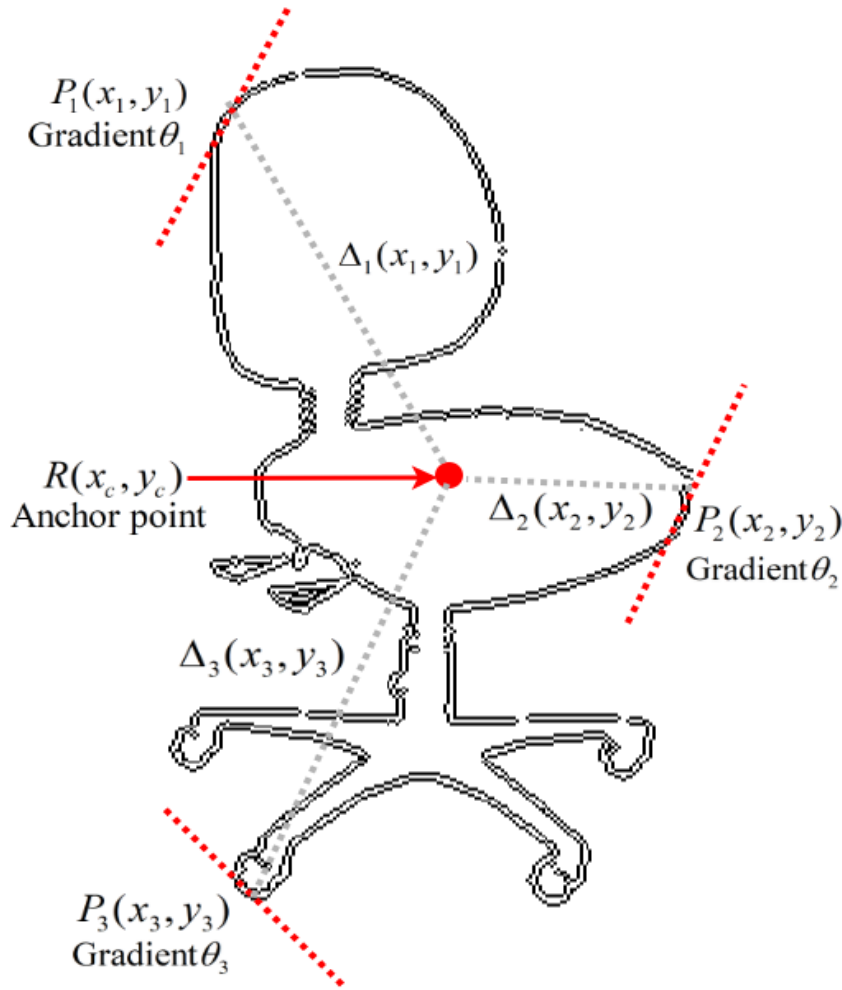


Figure 9: Illustration of R-Table generation

Gradient in degree	List of Offset pairs
0	$\Delta_1(x_1, y_1), [\Delta]_2$
1	$\Delta_3(x_3, y_3)$

...	...
358	$\Delta m (x_m, y_m), \dots, \Delta n (x_n, y_n)$
359	Nil

Table 1: R-Table.

After the R-Table generation, the next process is to place new estimated anchor (R_x, R_y) points to the desired object and show the new estimated scaling values (S_x, S_y) of the detected object based on the location of the object in the x and y coordinates. In the other words, the task is to locate the interested object with new anchor point and describe the predicted scaling value of the desired object with the distance measurement of these two values. To find (R_x, R_y, S_x, S_y) parameters in 4D parameter space $x_{pos} \times y_{pos} \times x_{scale} \times y_{scale}$; the local gradient θ_i will be calculated with given any $P_i(x_i, y_i)$ point from the image.

$$(R_x, R_y, S_x, S_y) = (P_{x_i}, P_{y_i}, 0, 0) + S_x(\Delta x_i, 0, 1, 0) + S_y(0, \Delta y_i, 0, 1) \quad (6)$$

For the sake of simplicity, equation (6) can be re-written in vector notation form.

$$(R_x, R_y) = (P_{x_i}, P_{y_i}) + (S_x, S_y)(\Delta x_i, \Delta y_i) \quad (7)$$

Any two $P_1(x_1, y_1)$ and $P_2(x_2, y_2)$ points from the image shown in the Figure 10 can be described as;

$$(R_x, R_y) = (P_{x_1}, P_{y_1}) + (S_x, S_y)(\Delta x_1, \Delta y_1) \quad (8)$$

$$(R_x, R_y) = (P_{x_2}, P_{y_2}) + (\hat{S}_x, \hat{S}_y)(\Delta x_2, \Delta y_2) \quad (9)$$

Equating equation (8) and (9) yields:

$$R_x = P_{x_1} + S_x \Delta x_1 = P_{x_2} + S_x \Delta x_2 \quad (10)$$

$$R_y = P_{y_1} + S_y \Delta y_1 = P_{y_2} + S_y \Delta y_2 \quad (11)$$

Rearranging equations (10) and (11) leads to:

$$S_x = \frac{P_{x_2} - P_{x_1}}{\Delta x_1 - \Delta x_2} \quad (12)$$

$$S_y = \frac{P_{y_2} - P_{y_1}}{\Delta y_1 - \Delta y_2} \quad (13)$$

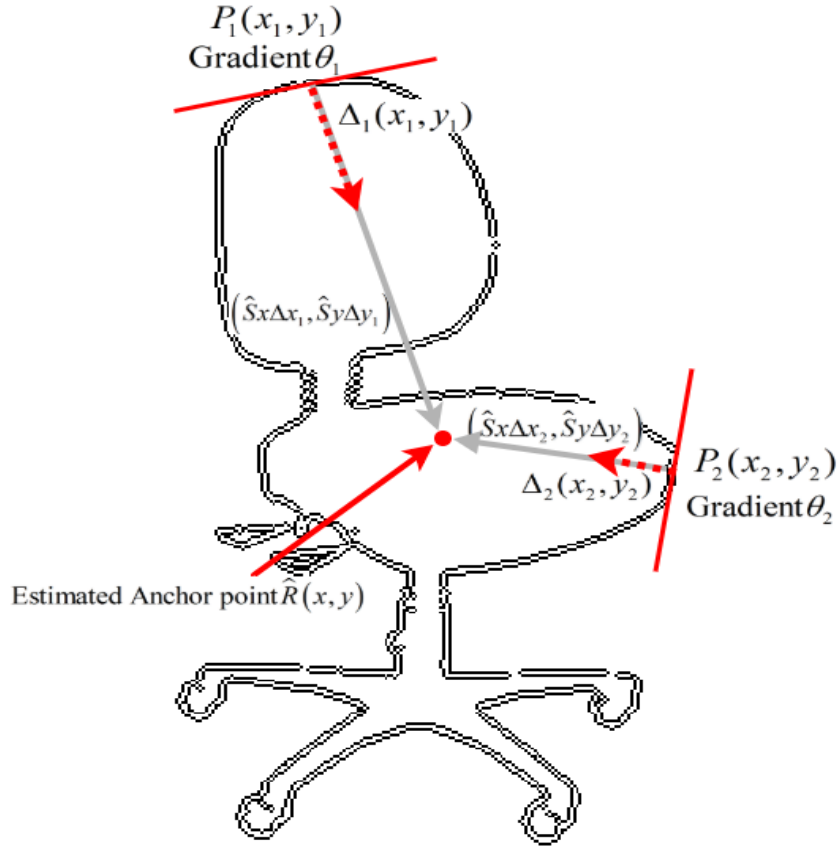


Figure 10: $R(x, y)$ and $S(x, y)$ estimation

By selecting randomly two sample points from the target image, (R_x, R_y, S_x, S_y) points are determined for the parameter space. According to the reference point on the image, R-Table results are transferred to the accumulator. Then the peaks in the accumulation array remark the position and scale values of the object.

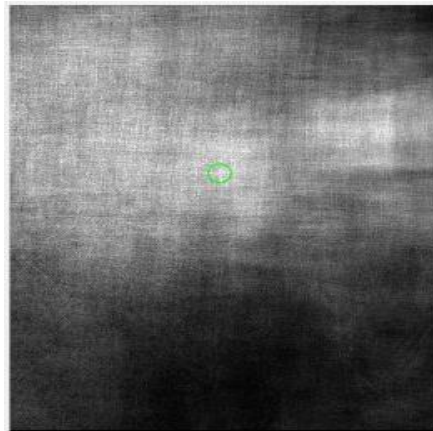


Figure 11: Accumulating the R-Table results according to reference point of image.

The maximum peaks are voted to detect the desired chair model. To analyze the robustness and effectiveness of the extracted features which describes the desired object, the histogram model of the extracted features are calculated using the Back-projection technique as shown in Figure 12. For this research, the maximum peak values in the accumulator are considered as a desired chair model.



Figure 12: Back-projection representation.

4. Classification Using the SVM

To classify the extracted chair features, the non-linear SVMs classifier is preferred with a χ^2 kernel.

$$K(V_i, V_j) = \exp\left(-\frac{1}{\gamma} \sum_{ch=1}^3 \beta_{ch} D_{\chi^2}^{ch}(V_i^{ch}, V_j^{ch})\right) \quad (14)$$

where ch represents the feature channel ($ch = 1, 2, 3$). The three resolution of the objects are corresponded to the three different feature channels, V_i and V_j stand for the i^{th} and j^{th} training samples, V_i^{ch} and V_j^{ch} are used as vectoral representations of the i^{th} and j^{th} training samples on the ch . $\beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3]$ are the mixing coefficients that can be learned in the training process, and $D_{\chi^2}^{ch}$ is the χ^2 distance on channel ch and can be defined as:

$$D_{\chi^2}^{ch}(V_i^{ch}, V_j^{ch}) = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^M \frac{(u_l - w_l)^2}{|u_l + w_l|} \quad (15)$$

where $V_i^{ch} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_M)$ and $V_j^{ch} = (w_1, w_2, \dots, w_M)$, M is used as the dimension of the sample representation, γ follows as:

$$\gamma = \frac{\left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{ch=1}^3 \beta_{ch} D_{\chi^2}^{ch} (V_i^{ch}, V_j^{ch}) \right)}{N^2} \quad (16)$$

where N is the number of the training samples. In this paper, all the parameters of the SVM are obtained through the parallel training process. The final decision for a test sample x has the following form:

$$y(x) = \arg \max_{c=1,2,\dots,C} (K(x)^T \alpha_c + b_c) \quad (17)$$

where $K(x) = (K(V_1, V_x), \dots, K(V_N, V_x))^T$, α is used for the learned weight parameter description and b is taken as the learned threshold parameter value for each category respectively. Finally, the desired object can be recognized and classified as shown in Figure 13.



Figure 13: Chair recognition

5. Implementation of the Algorithm to the NAO HR

This section briefly introduces the NAO HR and the implementation of the proposed algorithm.

5.1. The NAO HR: An overview

The NAO HR is an autonomous, programmable bipedal robot developed by Aldebaran Robotics. It is 58-cm tall and it is able to move, detect, hear and even talk to human beings.



Figure 14: The Nao Humanoid Robot

The NAO HR requires images through two identical video cameras located in the forehead and inside the mouth to understand and analyze the surrounding environments. Choregraphe software will be used to select cameras so that the NAO HR can recognize and categorize the different chair models. In the next step, OpenCV as well as Python language have been used to further process, analyze, and understand faces.

5.1. Simulation and Experimental Results

This section evaluates the proposed chair recognition algorithm both in simulation and experimental environments. The implementation process consists of 2 main stages: Training Phase and Testing Phase. For this research, the CALTECH 101 image database and their three categories (Chair, Wheel Chair and Windsor Chair) are preferred. In the Training Phase, the GHT function is used to extract the most important features. Then, both in the Training and Testing Phases, the SVM classifier is used to classify the detected different chair models from CALTECH 101 dataset.

To evaluate the determined SVMs classifier performance, it is necessary to create a confusion matrices. Confusion matrices for the SVM classifier is given in the *Table 2*.

Classes	Chair	Wheel Chair	Windsor Chair
Chair	1.00	0.00	0.00
Wheel Chair	0.10	0.90	0.00
Windsor Chair	0.10	0.10	0.80

Table 2: Confusion matrix result for three different chair model classification.

As can be seen from Table 2, the standard chair can be recognized with 100% accuracy while the other type of chairs have slightly less accurate recognition rate. Now, the algorithms for the chair recognition are transferred to the NAO HR's interface through Choregraphe as shown in

Figure 15. In this experiment, all steps are represented with boxes, each box has own functions and these functions are connected to each other.

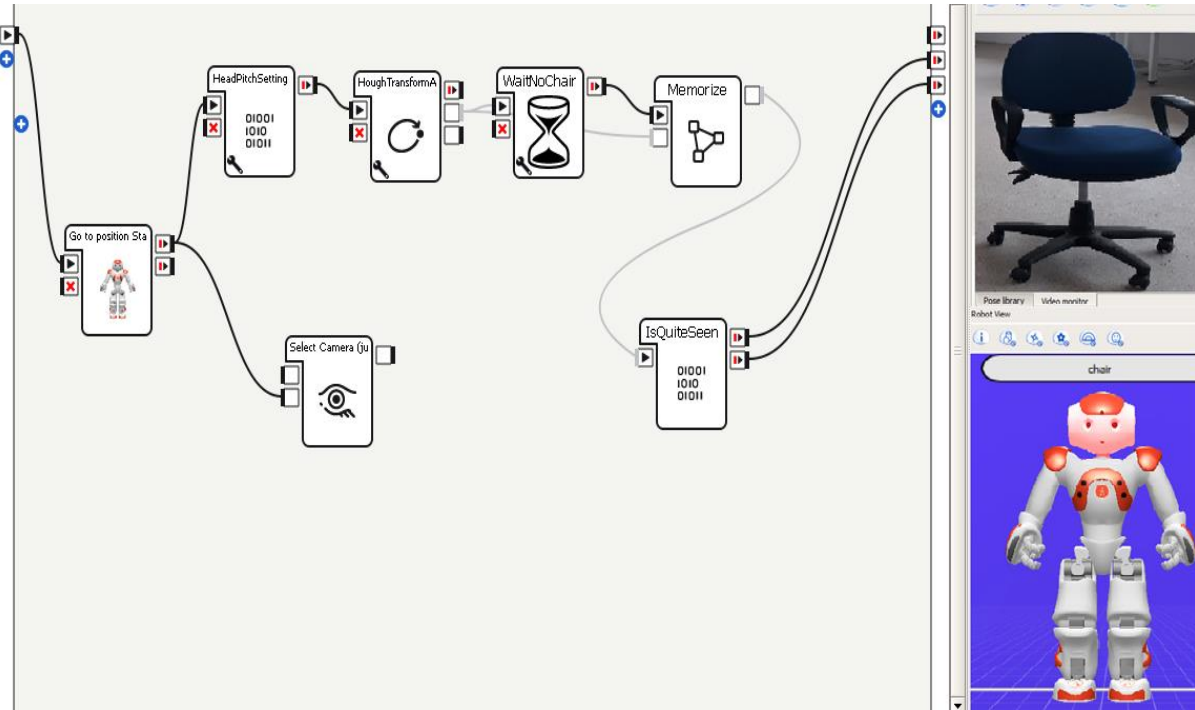


Figure 15: Chair recognition application in Choregraphe.

After the recognition and classification process, the NAO HR walks towards the desired/recognized chair model as shown in Figure 16.

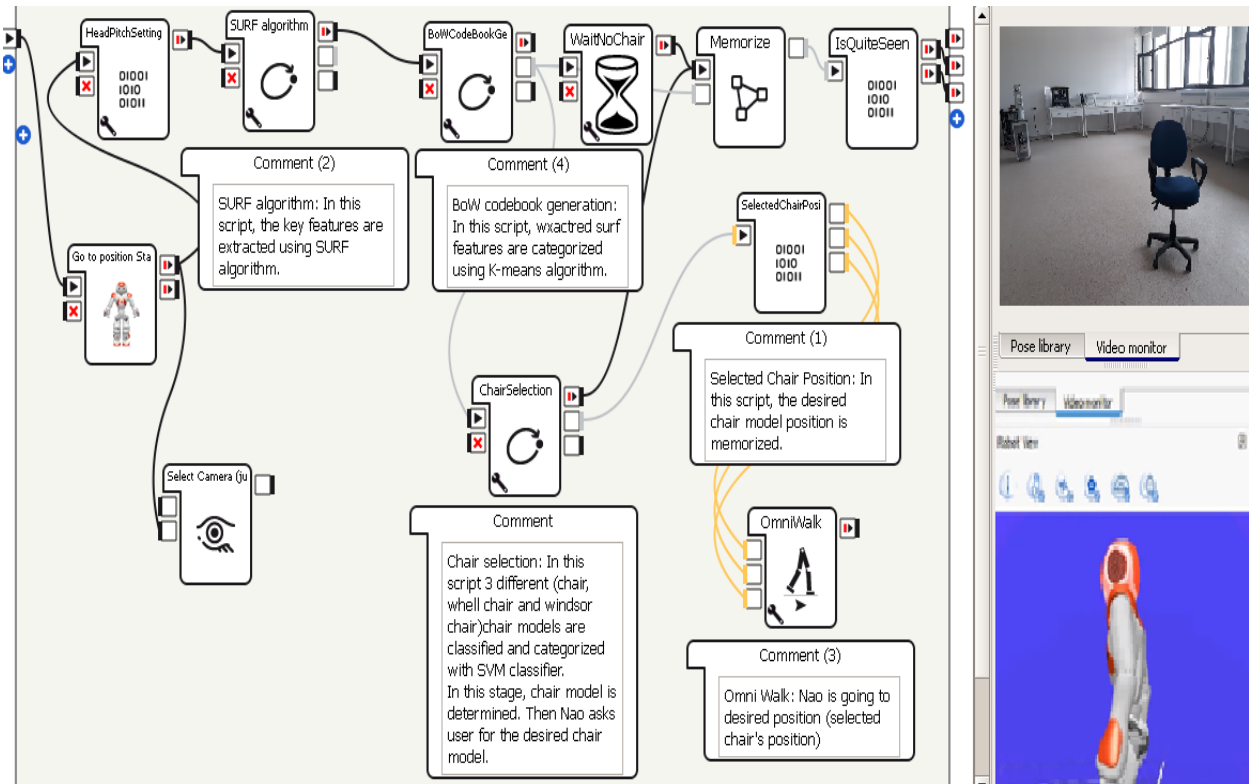


Figure 16: Experiment of walking towards the recognized and classified chair model.

Furthermore, as shown in Figure 17, an additional dialogue is created in python dll. Environment and all the data results are printed to visualize the application.

```
Hello, I am NAO. I can recognize and classify different chair models.  
Do you want me to run the chair recognition procedure?  
y/n ?  
y  
Ok, I am recognizing...  
Chair is recognized.  
Do you want to learn which category this recognized chair model belong to?  
y/n ?  
y  
This chair model belongs to this category: Chair  
Now, I am going to go next to the chair to show you.
```

Figure 17: Python output results of the algorithm

6. Conclusion And Further Research

In this paper, a two-step chair recognition algorithm is reviewed and applied to the NAO HR. Initially, after the several preprocessing steps, the GHT technique is used to extract the key features which describe the object specifically. Then all the extracted features are evaluated with the SVM to classify three different chair models from CALTECH 101 dataset. Finally, at the last stage, the algorithm is transferred and implemented to the NAO HR. This research will be extended and applied to various sophisticated HRI cases in near future.

Acknowledgement: This research was funded by the Scientific Research Projects Unit (BAP) in Adana Science and Technology University. Project No: 17332004, Project Title: Chair Recognition algorithm for The NAO Humanoid Robot.

7. References

- [1] García-Garrido, M. Á., Sotelo, M. Á., Martín-Gorostiza, E., 2005. Fast road sign detection using Hough transform for assisted driving of road vehicles. In: Proceedings of Computer Aided Systems Theory, Las Palmas de Gran Canarias, Spain, pp. 543-548.
- [2] Hatzidimos, J., 2004. Automatic traffic sign recognition in digital images. In: Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics-ICTAMI, Thessaloniki, Greece, pp. 174-184.
- [3] P. M. Merlin and D. J. Farber, "A parallel mechanism for detecting curves in pictures", IEEE Transactions on Computers 24, pp 96-98, 1975.
- [4] D. H. Ballard "Generalizing the Hough Transform to detect arbitrary shapes", Pattern Recognition, Vol. 13, No. 2, pp. 111-122, 1981.
- [5] T. Tuytelaars, M. Proesmans, and L. van Gool, "The Cascaded Hough Transform as Support for Grouping and Finding Vanishing Points and Lines", Lecture Notes in Computer Science Vol. 1315, Berlin: Springer, 1997, pp. 278-289.

- [6] S. Huang, C. Gao, S. Meng, Q. Li, C. Chen, and C. Zhang, "Circular Road Sign Detection and Recognition Based on Hough Transform", in 5th International Congress on Image and Signal Processing (CISP), 2012, pp. 1214-1218.
- [7] C. P. Chau, W. C. Siu, "Generalized Hough Transform Using Regions with Homogeneous Color", International Journal of Computer Vision, Vol. 59, No. 2, 2004, pp. 183–199.
- [8] J. Illingworth, J. Kittler, "A Survey of the Hough Transform," Computer Vision, Graphics, and Image Processing 44, Academic Press, 1988
- [9] Park, S. B., Lee, J. W., & Kim, S. K. (2004). Content-based image classification using a neural network. Pattern Recognition Letters, 25(3), 287-300.
- [10] I.M.Qureshi, and A.Jalil, "Object Recognition Using ANN with Backpropagation Algorithm," Pakistan Journal of Applied Science., 2002, pp. 281-287.
- [11] F. A. Sohel, and M. Amiruzzaman, "Fingerprint Authentication System Using Back-Propagation," unpublished.
- [12] A. Mhmed Ali, S. D.Gore, and M. Al-Sarierah, "The Use of Neural Network to Recognize the Parts of the Computer Motherboard," Journal of Computer Sciences., 2005, pp. 476-480.
- [13] Siogkas, G. K., Dermatas, E. S., 2006. Detection, tracking and classification of road signs in adverse conditions. In: Proceedings of Mediterranean Electrotechnical Conference, Benalmádena, Spain, pp. 537-540.
- [14] Piccioli, G., De Micheli, E., Campani, M., 1994. A robust method for road sign detection and recognition. In: Proceedings of Computer Vision—ECCV'94, Stockholm, Sweden, pp. 493-500.
- [15] FayizaK, T., & Jabbar, S. (2017). Red Lesion Detection Using Hough Transform and KNN Classifier for Diabetic Retinopathy.
- [16] Lafuente-Arroyo, S., Gil-Jimenez, P., Maldonado-Bascon, R., Lopez-Ferreras, F., Maldonado-Bascon, S., 2005. Traffic sign shape classification evaluation I: SVM using distance to borders. In: Proceedings of Intelligent Vehicles Symposium, Nevada, USA, pp. 557-562.
- [17] Fleyeh, H., 2008. Traffic and Road Sign Recognition, Edinburgh, United Kingdom.
- [18] E. Osuna, R. Freund, and F. girosi. Training support vector machines: an application to face detection. Proc. CVPR, 1997.
- [19] M. Pontil and A. Verri. Support vector machines for 3-d object recognition. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20:637–646, 1998.
- [20] H. Murase and S. Nayar. Visual learning and recognition of 3d objects from appearance. Int. Journal of Computer Vision, 14:5–24, 199
- [21] D. Roobaert, P. Nillius, and J. Eklundh. Comparison of learning approaches to appearance-based 3d object recognition with and without cluttered background. ACCV2000, to appear.
- [22] Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2012). *Pattern classification*. John Wiley & Sons.
- [23] F. Gongor, O. Tutsoy, "Two steps for chair recognition: Feature extraction and shape descriptors", in The 1st International Mediterian Science and Engineering Congress, 26-28 October, 2016.

Eigenface Based Emotion Analysis Algorithm and Implementation to Humanoid Robot

Fatma Gongor and Onder Tutsoy

Adana Science and Technology University, Department of Electrical and Electronic Engineering, Adana, Turkey

{ftmgongor@gmail.com, otutsoy@adanabtu.edu.tr}

ABSTRACT: This paper proposes a 3-stage emotion analysis algorithm and presents its application to NAO humanoid robot. Initially, the robot specify the boundaries of the face using Eigenface approach and then, corresponding facial distance measurements are determined with Euclidean Distance measurement technique. Finally, the measured facial distances are classified with Artificial Neural Networks to recognize the instant emotional states of human. The reliability of the performed emotion analysis is verified by analyzing each terminal decision reached based on the facial distance measurements.

Keywords: *Artificial Neural Networks, emotion analysis, Eigenface, Euclidean distance measurement technique, emotion analysis, facial expression, Humanoid Robot.*

1. Introduction

Humanoid Robots (HRs) are extensively becoming an integral part of our daily lives. Scenarios in which robots share the same workspace in cooperation with humans are wide spreading. For example, robots are used for the purposes of elderly care [1,2], rehabilitation and health care [3-5], education [6,7], entertainment [8-10], personal companion [11-14], guidance [15-18] and receptionist [19,20]. To achieve these challenging tasks, social abilities are essential for HRs to coexist with humans in congruity and to be efficient in cooperation with humans. One major goal of creating a social interactive HR is to make a robot no longer considered only as tools or machines but more as a partner. To this end, a HR has to behave in a proper and naturel way as in Human-Human Interaction (HHI). Keltner and Kring pointed out a highly dependent relation between emotion and social interaction [21]. They stated that emotions serve a set of functions (such as providing information to the conspecifics about the environment or promoting strong social relationships) that are critical to coordinate social interactions. Furthermore, Jayagopi et al. attempted to identify and build a dataset of social cues including para-verbal and nonverbal cues to improve HRI [22]. Based on these motivations, to pursue a more general social HRI, HRs are expected to perform various advanced tasks such as making decision about content of a communication based on emotions of a human. In this case, the human face is the most powerful candidate to analyze emotional statements. Therefore, designing autonomous HRs with efficient emotion analysis capability leads to more sophisticated social robots design.

A great number of facial emotion analysis algorithms have been developed in the literature. Gratch and Marella's stated importance of understanding emotions in education, and focused on computational approaches to make facial emotion analysis [23]. Zhou et al. used Embedded HMM (Embedded Hidden Markov Model) to recognize facial expressions for real-time interactive video games [24], Ballihi et al. developed a further emotion analysis algorithm to only detect negative and positive facial expressions [25]. This algorithm taken into account not only the facial muscle movements, but also the posture of the upper body in emotion analysis. Taheri et al. focused on categorizing the facial muscles that move when certain expressions are being displayed by the human face [25]. Murthy et al. used Eigenface based approach to recognize six universal expressions from various subjects in the Cohn-Kanade (CK) facial expression database and the Japanese Female Facial Expression (JAFPE) database [26]. In this research, they extracted basic emotional statements from the whole face, rather than from changes in the shape of the facial parts or their geometrical relationships. In other words, the emotions are distinguished without extracting any individual facial features. These studies show that Eigenface based approach is fast and produces reasonable facial emotion recognition rates.

A number of facial emotion analysis algorithms have been implemented to various HRs in the literature. Velasquez proposed an emotion-based control for autonomous HRs [8]. In his research, six basic prototypical emotions are implemented with innate personality and the capacity of acquired learning. Hashimoto et al [27] developed a rich facial expressions algorithm for SAYA robot. Kuo et al. built a HR to use in healthcare applications equipped with both advanced social capabilities and extended autonomy [28]. They integrated complex social variables including environment awareness, user presence awareness, user attentions, and user facial expression recognition abilities. As mentioned in Jokinen and Wilcock work, NAO HR is designed to be especially suitable for interaction with autistic students since it is not only interactive, engaging, captivating and interesting but also adapt to the exact requirements of the classroom with analyzing each student's facial expressions [29]. Breazeal used Arousal_Valence-Stance (AVS) algorithm to obtain facial expressions and implemented it to Kismet HR [30]. Recently, David Hanson developed a social HR named SOFIA designed to make over 50 facial expressions as users ask about her feelings or about the weather, traffic and basic trivia [31].

In this paper, the proposed facial emotion analysis algorithm has two key components: facial feature extraction, and classifying emotional properties of a human. Various algorithms have been proposed in the literature to extract crucial facial features from the image. Barlett et al. combined Optical Flow (OF) and Principal Component Analysis (PCA) techniques with Eigenface approach to extract crucial facial features [32]. Otsuka offered a facial recognition approach combined with Hidden Markov Model (HMM) and OF [33]. Then, they predicted the positions of the facial muscles from image sequences. Yacoub et al. considered OF method to follow the dynamic motion of the facial features from video and classified the facial muscle movements where the recognition rate ranged from 80% to 94% [34]. Lyons et al. computed Gabor wavelet values for 34 facial landmark points (such as the corners of the mouth, the tip of the nose) and then created a facial feature vector [35]. Chen et al. improved Linear Discriminate Analysis (LDA) algorithm and described a new clustering based facial feature extraction approach for the facial expression analysis where the emotion recognition accuracy were 86.7%, 98.2% and 89.1% performances for the neutral vs. non-neutral, smile vs. non-smile, and anger vs. non anger emotions respectively [36]. Viola and Jones investigated an algorithm which initially extracts features from the taken image using Haar-Like features and integral image techniques, and then creates weak and strong candidates according to the summation of the features and finally eliminates the weak candidates to extract the frontal face from the whole image [8-9]. Lal et al. applied Eigenface approach to extract crucial facial features, and then used Euclidean Distance method to classify each facial expression respectively with 97% accuracy for 198 images from the FRGC face database [37].

After the extraction of facial features, in the last stage of the facial emotion analysis algorithm, emotional states of the human is recognized by classifying the corresponding facial distance measurements. Islam and Loo modified a two-stage fuzzy reasoning model for facial emotion classification [28]. In the first stage of the fuzzy reasoning, the facial distance measurements and facial muscle movements are fuzzified and then linked to AUs. In the second stage of the fuzzy reasoning, these AUs are de-fuzzified and then transferred to the emotion space to classify basic emotions such as surprise, sadness, fear, anger, and happiness. They evaluated the algorithm on the extended Cohn-Kanade (CK) database by using 150 image sequences and reported an average 87% accuracy for facial emotion recognition. Kharat and Dudul considered Support Vector Machines (SVMs) classifier for basic emotional expressions categorization [31]. They tested the algorithm in simulation environment on available data rather than in dynamic environment and claimed 94% accuracy for emotion recognition. Tsalkanido and Malassiotis used rule based classification to recognize emotions [29]. They applied both the geometric and appearance based approaches to obtain facial measurements from 2D and 3D images and conducted experiments with 52 participants in dynamic environment to assess accuracy where it was around 70%. In a further research, Ma and Khorasani used a constructive feed-forward Neural Network (NN) to extract corresponding facial expressions using pruning technique [35]. The evaluation is carried out for surprise, anger, happiness, and disgust emotions with 100% and 93.75% recognition rates (without rejection).

In the rest of the paper, Section 2 reviews the overall structure of the facial emotion analysis algorithm, Section 3 reviews Eigenface approach to extract key features of the face and Euclidean distance measurement technique to determine the corresponding facial distance measurements from the extracted Eigenfaces, In Section 4, Artificial Neural Networks (ANNs) is presented to distinguish corresponding emotional statements human. Section 5 performs simulation and experimental and analysis the results. Section 6 presents implementation of the algorithm to NAO HR, and finally Section 7 summarizes the paper.

2. Proposed and Experimentally Implemented Emotion Analysis Algorithm

The proposed emotion analysis algorithm has three key stages as shown in *Figure 1*. In the first stage, images are taken from NAO HR's camera, and at the second stage, crucial facial features are extracted from the taken image by using Eigenface approach and then corresponding facial distance measurements are determined using ED technique. Finally, at the third stage, extracted facial expressions are evaluated to recognize the instant emotional properties of human with ANNs classifier.

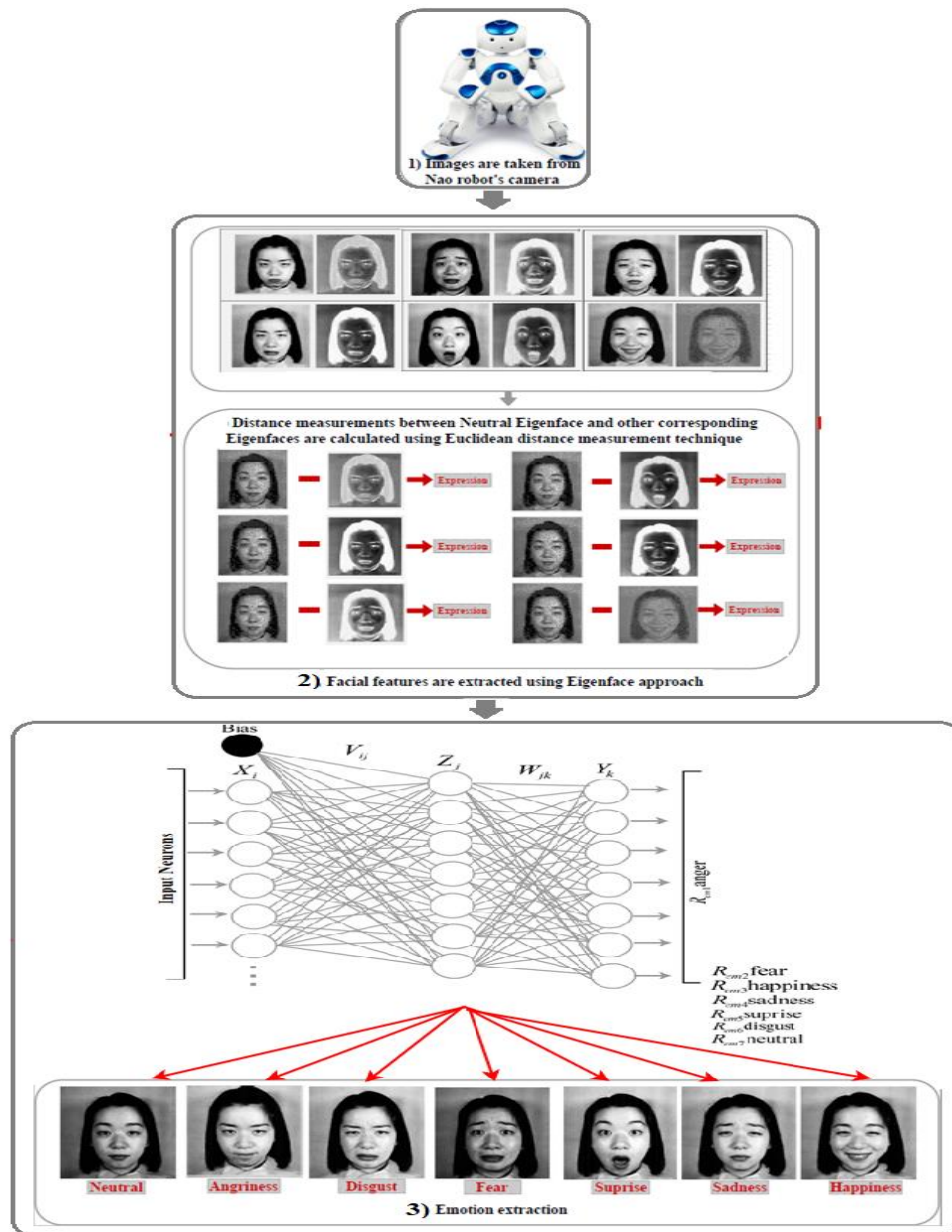


Figure 1: Proposed emotion analysis architecture.

In the rest of the paper, these stages of the algorithm are reviewed and implemented to NAO HR.

3. Facial Feature Extraction Using Eigenface Approach

Feature extraction is a key stage for the facial emotion analysis. It aims to picking the most informative features of the face in images. In this paper, Eigenface approach is considered to extract the key features of the face. This approach computes the eigenvectors of the covariance matrix of the related facial input data, and to use only the eigenvectors associated with the eigenvalues having a specific threshold value. In this case, to reduce the dimension of the data,

the PCA is used to eliminate the dependent data. PCA focuses on finding k principal axes, which defines an orthonormal coordinate system that can capture the highest variance value in the data. Then, each face image is approximated using Eigenfaces associated with the largest eigenvalues where the face can be represented by the weighted sum of Eigenfaces.

The steps to figure out the Eigenfaces are:

- 1) Training a set of images $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_m$: Each image is transferred into a vector of size N and located into the set.

- 2) Taking the average face value of the determined set is:

$$\Psi = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m \Gamma_n \quad (18)$$

- 3) Differentiating each corresponding face from the average face: The difference between the input image and the mean image has to be calculated and the result is stored in Φ .

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (19)$$

- 4) Applying PCA: A set of large vector is subject to PCA and searches for m orthonormal vector u_k , which is the best description for the distribution of the data. The k^{th} vector u_k , is chosen such that:

$$\lambda_k = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m (u_k^T \cdot \Phi_n)^2 \quad (20)$$

The vectors u_k and λ_k are used to represent eigenvectors and eigenvalues of the corresponding covariance matrix.

Subject to:

$$u_l^T \cdot u_k = \delta_k = \begin{cases} 1, & \text{if } l = k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (21)$$

- 5) Describing the Covariance matrix:

$$C = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Phi_n \Phi_n^T = A A^T \quad (22)$$

where the matrix $A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$

However, in this case, the Covariance matrix C is in $N^2 \times N^2$ dimension introducing a challenging task for typical image sizes. Since it is crucial to find a computationally efficient method to obtain the optimal eigenvectors, for the number of data points being less than the dimension of space ($m < N^2$), only m , rather N^2 eigenvectors can be chosen.

In this condition, N^2 dimensional eigenvectors task can be handled by first solving for the eigenvectors of $m \times m$ matrix. Then considering the eigenvectors of $A^T \cdot A$ with taking convenient linear combinations of the face images Φ_i as;

$$A^T \cdot A v_i = u_i \cdot v_i \quad (23)$$

with pre-multiplying both sides by A , the following equation is obtained as:

$$A.A^T.A.v_i = u_i.A.v_i \quad (24)$$

As can be seen from the equation (7), $A.v_i$ are the eigenvectors of $A.A^T$

with following this analysis, $m \times m$ matrix can be constructed as:

$$L = A^T.A \quad (25)$$

where $L_{pn} = \Phi_p^T.\Phi_n$, and it used to find m eigenvectors, v_l of L . Notice that, these all vectors are determined linear combinations of the m training set of the face images to form of the Eigen face u_l .

$$u_l = \sum_{k=1}^M v_{lk} \Phi_k, \quad l=1, \dots, m. \quad (26)$$

Due to this analysis, calculations are greatly reduced from the order of the number of pixels in the image (N^2) to order of the number of images in the training set ($M < N^2$). The associative eigenvalues permit to rank the eigenvectors based on their usefulness in the variation characterization between the images.

- 6) Transforming the test image into Eigenface image: A new test image (Γ) is transformed into its Eigenface. In other words, it is projected into "face space" by a simple operation:
- $$\Omega = u^T (\Gamma - \Psi) \quad (27)$$

This equation determines a set of image multiplications and summation operations performed at approximately frame rate of the image.

- 7) Taking facial measurement using ED: The distance of Ω to each face is called Euclidean distance and defined by:

$$E_k^2 = \|\Omega - \Omega_k\|^2 \quad k=1,2,3,\dots,M \quad (28)$$

where Ω_k is a vector in the k^{th} face class.

- 8) Defining a threshold value: When the minimum E_k is less than the chosen/selected threshold value θ_t , the corresponding face is classified as belonging to class k . Otherwise, it will be classified as "unknown" and optionally used to create a new face class. θ_t is described as half the largest distance between any two face images and can be determined as:

$$\theta_t = \left(\frac{1}{2}\right) \max_{i,k} \|\Omega_i - \Omega_k\| \quad i,k=1,2,\dots,M \quad (29)$$

- 9) The ED of a projected test image from all the projected train images are determined and the minimum value is selected to extract the most similar train image to the test image. The distance E between the test image (Γ) and its reconstructed image from the Eigenface Γ^f can be found as:

$$E^2 = \|\Gamma - \Gamma^f\|^2 \quad (30)$$

where $\Gamma^f = u * \Omega + \Psi$

In this case,

If $E \geq \theta_t$, then the input image is does not cover a face image and no face is detected.

If $E < \theta_t$ and $E_k \geq \theta$, the input image is a face image , however it is detected as unknown face.

If $E < \theta_t$ and $E_k < \theta$, the input images are the individual face images related with the class vector Ω_k .

The basic idea is to detect the presence of faces in the whole image and calculate the distance E between the local sub images and face space at each pixels in the image. In this case, it is used as a measure of “faceness”. Therefore, determining the distance from the face space at every point in the image can be described as a “face map ($E(x, y)$)”.

In the next stage of the facial emotion analysis algorithm, features extracted based on the Eigenface approach are divided as training set and test set. For a test image, it is firstly projected into the Eigenface of each class separately and reconstructed image is derived from each Eigenface. Then, the most similar reconstructed image to the input image will be determined using ANN classifier.

4. Emotion Extraction Using ANN Classifier

ANN classifier is employed to extract the facial expressions from the Eigen space in *Figure 2*.

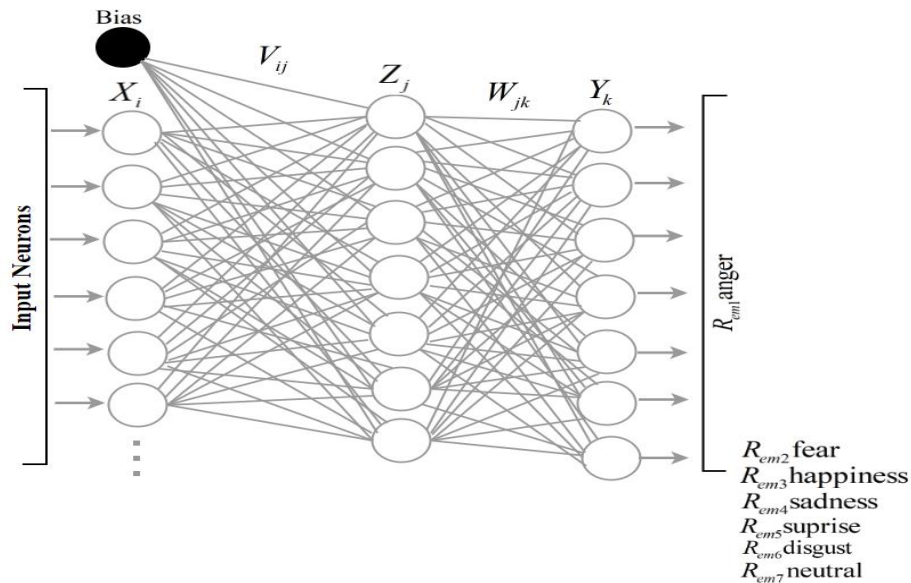


Figure 2: Backpropagation NN architecture [38].

In the initialization stage of the NN, the input variables X_i is multiplied by a weight W_i and a neuron bias b is used. The approximated function z is described as:

$$z = \sum_{i=1}^p w_i x_i + b = [W^T b] \begin{bmatrix} X \\ 1 \end{bmatrix} \quad (31)$$

The neuron bias b acts as adding an additional input value with weight b . The formulation becomes:

$$z = \sum_{i=1}^p w_i x_i = W^T X \quad (32)$$

This numeric output is placed in to the saturated activation function $\sigma(z)$. It returns a saturated min-max value (0 or 1). In this paper, it is used as the sigmoid function as dedicated in the following equation:

$$\sigma(z) = \begin{cases} 0 & z < 0 \\ 1 & z \geq 0 \end{cases} \quad (33)$$

The considered NN classifier has one hidden layer and it starts with X_i input value. The neurons between layers are leashed with V_{ij} and W_{jk} weights. The activation of one hidden neuron j is identified using $z_j = W_j^{hT} X$, as depicted as:

$$X = \begin{bmatrix} X_1^T \\ X_2^T \\ \vdots \\ X_N^T \end{bmatrix}, \quad W^h = \begin{bmatrix} w_1^{hT} \\ w_2^{hT} \\ \vdots \\ w_p^{hT} \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1p} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ z_{N1} & z_{N2} & \dots & z_{Np} \end{bmatrix} \quad (34)$$

where the components of the Z matrix is used to describe the activation of the j value for input value X_i . Now, the hidden layer activation value Z and its output value V with the whole system output (Y) are defined as:

$$Y = \sigma(Z) \quad (35)$$

where $Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_N]^T$.

In order to train ANN using backpropagation algorithm, there are three crucial steps: the feed-forward of the training input, the computation and backpropagation of related error value, and the adjustment of the corresponding weight values. In the first stage, the data is fed forward from the input layer to output layer. Then, ANN is initialized randomly and the input value x is obtained. In the next stage, the determined output value y is obtained. The target output value T serves to calculate the backpropagation of the related error value $e = T - y$. Now, the aim is minimizing the cost function as:

$$J = \frac{1}{2} \sum_l e_l^2 \quad (36)$$

In this case, the output layer has no activation function. Therefore, the representation becomes:

$$y_l = \sum_j w_{jl}^0 v_j \quad (37)$$

Now, the weights of the output layer has to be adjusted using Gradient descent update rule:

$$w_{jl}^0(n+1) = w_{jl}^0(n) - \eta(n) \frac{\partial J}{\partial w_{jl}^0} \quad (38)$$

In equation (21), the learning rate is described with $\eta(n)$ and it is used to adjust the speed value to reach the minimum value of the optimization problem performed with ANN classifier. In this term, it is crucial to find Jacobian matrix.

To determine the Jacobian $\frac{\partial J}{\partial w_{jl}^0}$, the chain rule is applied as follows:

$$\frac{\partial J}{\partial w_{jl}^0} = \frac{\partial J}{\partial e_l} \frac{\partial e_l}{\partial y_l} \frac{\partial y_l}{\partial w_{jl}^0} \quad (39)$$

Now, these three partial derivatives are easy to extract as:

$$\frac{\partial J}{\partial e_l} = e_l, \quad \frac{\partial e_l}{\partial y_l} = -1, \quad \frac{\partial y_l}{\partial w_{jl}^0} = v_j \quad (40)$$

Then, the output layer weights are updating as;

$$w_{jl}^0(n+1) = w_{jl}^0(n) + \eta(n) v_j e_l \quad (41)$$

For hidden layer, a similar rule is applied, the Jacobian is determined as:

$$\frac{\partial J}{\partial w_{ij}^h} = \frac{\partial J}{\partial v_j} \frac{\partial v_j}{\partial z_j} \frac{\partial z_j}{\partial w_{ij}^h} \quad (42)$$

This yields to;

$$\frac{\partial J}{\partial v_j} = \sum_l \left(\frac{\partial J}{\partial e_l} \frac{\partial e_l}{\partial y_l} \frac{\partial y_l}{\partial v_j} \right) = \sum_l -e_l w_{jl}^0 \quad (43)$$

with,

$$\frac{\partial v_j}{\partial z_j} = \sigma'(z_j) \quad \text{and} \quad \frac{\partial z_j}{\partial w_{ij}^h} = x_i \quad (44)$$

The data is executed for hidden neuron weights as;

$$w_{ij}^h(n+1) = w_{ij}^h(n) x_i \sigma_j'(z_j) \sum_l e_l w_{jl}^0 \quad (45)$$

The training data set consist of seven output expressions for per individual in an obtained Eigenface image. Once the ANN weights are determined, it is now ready to distinguish the emotional statements from the extracted Eigenface features. Thus, at the end of the classification process, the algorithm provides seven outputs related with each emotion.

5. Simulation And Experimental Results

For this paper, in the first experiment, each emotion categorized into seven classes as the training samples. Then, eigenvectors and eigenvalues of 10 different female images from JAFFE database are specified. Then, the covariance matrix of each facial feature is extracted and the covariance matrix of each mean centered feature vectors are computed. For the next stage, it is focused on determination of three most significant Eigenvectors which are aligned in the decreasing order of the related eigenvalues of the covariance matrix. Then, discrete subspaces for all emotions are generated with using the available eigenvectors of emotions. Thus, the input image is ready for the identification by incorporating with ANN classifier.

In testing stage, the eigenvectors are determined from the input image as in training stage, then EDs between each eigenvectors and the reference eigenvectors of each trained emotions are determined. If these two emotions are matched, then ED will have the minimum optimization error value. In order to analyze the effect of ED measurement technique with Eigenface approach, emotion analysis is performed based on the ED results of three facial parts (eyebrow, nose, mouth) separately and then in the second experiment, emotion extraction is performed by analyzing the whole face. Based on this minimum ED value, a decision can be made to obtain a certain emotion (in this case it is happy). Since three principal vectors are being focused to extract, there will be three options. In this case, the “happy” emotion has been indicated by three eigenvectors. The testing stage for the “happy” emotion with the ED value of eyebrows is summarized in Table 1.

Testing image	Training images						Result
	Distance						
	D1	0.100	1.312	1.932	1.871	1.220	Happiness
	D2	0.119	1.300	1.964	1.743	1.321	Happiness
	D3	0.125	1.307	1.888	1.774	1.210	Happiness

Table 1: ED measurement values for eyebrows

In Table 2, the testing stage for the “happy” emotion with the ED value of nose is determined respectively.

Testing image	Training images							Result
	Distance							
	D1	0.110	0.203	1.312	1.191	1.416	1.002	Happiness
	D2	0.131	0.200	1.351	1.873	1.401	1.201	Happiness
	D3	0.209	0.206	1.378	1.908	1.501	1.198	Disgust

Table 2: Euclidean distance measurement values for nose

As can be seen from the Table 2, the “happy” emotion is shown by two Eigenvectors and the “disgust” emotion described with one Eigenvector.

In Table 3, the testing stage for the ‘happy’ emotion with the ED values of mouth is depicted.

Testing image	Training images							Result
	Distance							
	D1	0.120	0.403	1.102	1.001	1.336	0.202	Happiness
	D2	0.104	1.204	1.675	1.143	1.338	0.101	Surprise
	D3	0.109	1.238	1.238	1.108	1.299	0.218	Happiness

Table 3: Euclidean distance measurement values for mouth

As can be seen from Table 3, the “happy” emotion is shown by two eigenvectors and the “surprise” emotion is depicted with one eigenvector. Finally, to describe the particular emotion, the summarization of the lowest ED values for whole face is depicted in Table 4. From this table, it has been observed that the ‘happy’ emotion is chosen in the maximum number of times.

Test image	Facial parts	No of votes for the selected facial parts						Recognized expression
		Angriness	Disgust	Fear	Happines	Sadness	Surprise	
	Eyebrows	0	0	0	3	0	0	
	Nose	0	1	0	2	0	0	
	Mouth	0	0	0	2	0	1	
	Total votes	0	1	0	7	0	1	

Table 4: Testing results for “happiness”

To analyze the whole face, an example of correct ANN labelling process is also described for the test images in the following table.

	Angriness	Disgust	Fear	Happiness	Sadness	Surprise	Neutral
	0.859	0.020	0.000	0.000	0.020	0.000	0.001
	0.016	0.555	0.000	0.000	0.428	0.000	0.001
	0.001	0.005	0.970	0.000	0.022	0.000	0.002
	0.000	0.000	0.158	0.720	0.000	0.000	0.122
	0.000	0.000	0.025	0.000	0.975	0.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Table 5: Example of correct ANN labelling for the test image.

In order to evaluate the trained NN classifier performance, it is necessary to create a confusion matrices. Confusion matrices for ANN classifier is shown in Table 6.

		Actual classes							Accuracy
Subject		Happiness	Surprise	Sadness	Fear	Angriness	Disgust	Neutral	
Predicted classes	Happiness	29	0	0	0	0	0	1	95.45%
	Surprise	0	30	0	1	0	0	0	95.90%
	Sadness	0	0	28	0	0	0	0	90.00%
	Fear	0	2	0	28	0	0	0	91.25%
	Angriness	0	0	1	0	29	0	0	96.00%
	Disgust	0	0	1	1	0	30	0	90.45%
	Neutral	0	0	0	0	0	0	30	100%
Total no of images		30	31	30	30	30	32	30	

Table 6: Confusion Matrix evaluation of Eigenface approach with ANN using JAFFE database.

6. Implementation of the Emotion Analysis Algorithm to NAO HR

This section briefly introduces NAO HR and the implementation of the proposed facial emotion analysis algorithms.

6.1. NAO HR: An Overview

NAO HR is an autonomous, programmable bipedal robot developed by Aldebaran Robotics [16]. It is 58-cm tall and it is able to move, recognize, hear and even talk to human beings. NAO HR is a platform of Two-Legged Standard League [17]. It requires images through two identical video cameras located in the forehead and inside the mouth to understand the emotion using facial expressions. Choregraphe software [18] will be used to select cameras so that NAO can detect the human face.

6.2. Implementation

Now, whole steps are transferred to NAO HR's interface through Choregraphe as shown in Figure 3. In this experiment, all steps are represented with boxes, each box has own functions and these functions are connected to each other.

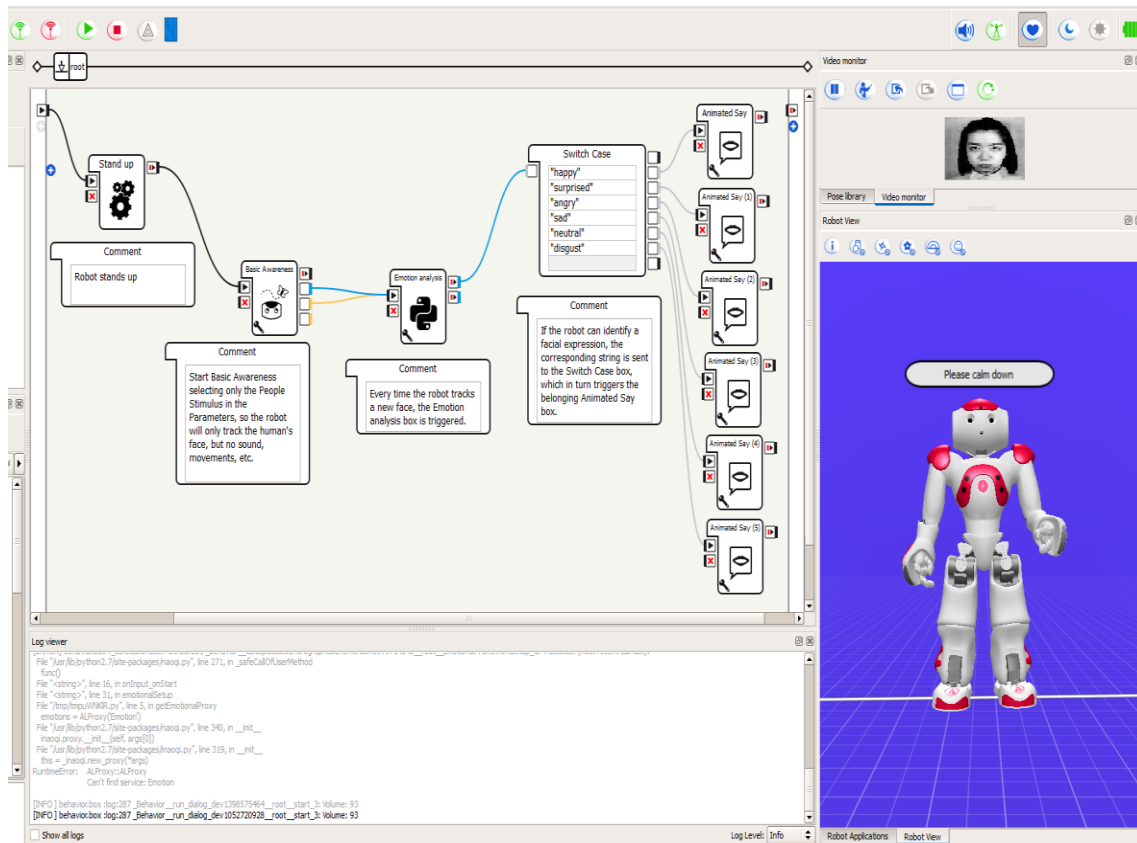


Figure 3: Choregraphe environment

An example of the body gestures, which are used to express different emotional states, is given in Figure 4.

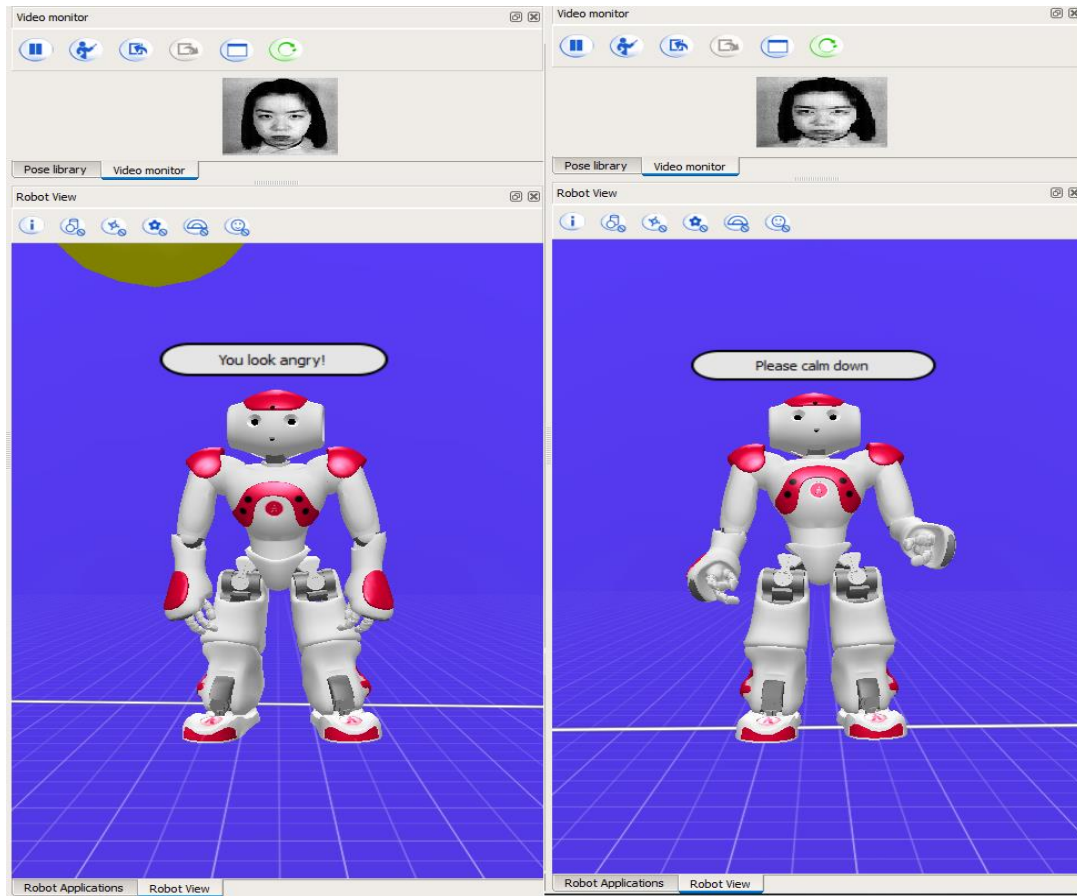


Figure 4: Emotion detection test application in Choregraphe

Furthermore, as shown in the following figure, additional dialogues are created in python dll environment and all the data results are printed to also visualize the emotion extraction application.

```

Hello I am NAO. I can do facial emotion analysis. Do you want me to analyse your emotional statement?
y/n ?
y
Ok, please stand front of me. I will try to analyze your emotion statement.
Ok, I am analyzing...
You look angry! Please calm down
Do you want me to analyze your face again? y/n ?
n
Ok, let's back to the beginning...

```

Figure 5: Emotion extraction test application in Python

In addition to the tests carried out in JAFFE database, real-time tests are also performed on the subjects as shown in the following figure.



Figure 6: Experimental testing with one subject

As can be seen from *Figure 6*, NAO HR analysis the person's emotion and interacts with the person to make him happier.

7. Conclusion and Further Research

In this paper, facial emotional analysis algorithm is reviewed and applied to NAO HR. Initially, facial features are extracted using Eigenface approach and then distance measurements of these Eigenfaces are taken using ED measurement technique. Finally, obtained Eigenface distance measurements are evaluated with ANN classifier to reveal emotional properties of human. Even though, the proposed algorithm can be implemented to all HRs, in this research, it has been specifically applied to NAO HR. This research will be extended and applied to various sophisticated HRI cases in near future.

Acknowledgement: This research was funded by TÜBİTAK (grant number 215E047).

8. References

- [1] E. Torta, F. Werner, D. O. Johnson, J. F. Juola, R. H. Cuijpers, M. Bazzani, J. Oberzaucher, J. Lemberger, H. Lewy, and J. Bregman, Evaluation of a small socially assistive humanoid robot in intelligent homes for the care of the elderly, *Journal of Intelligent & Robotic Systems* 76, 57 (2014).
- [2] R. Looije, M. A. Neerincx, and F. Cnossen, Persuasive robotic assistant for health self-management of older adults: Design and evaluation of social behaviors, *International Journal of Human Computer Studies* 68, 386 (2010).

- [3] O. A. B. Henkemans, B. P. Bierman, J. Janssen, M. A. Neerincx, R. Looije, H. van der Bosch, and J. A. van der Giessen, Using a robot to personalise health education for children with diabetes type 1: A pilot study, *Patient education and counseling* 92, 174 (2013).
- [4] C. Plaisant, A. Druin, C. Lathan, K. Dakhane, K. Edwards, J. M. Vice, and J. Montemayor, A storytelling robot for pediatric rehabilitation, in *Proceedings of the fourth international ACM conference on Assistive technologies (ACM, 2000)* pp. 50– 55.
- [5] K. Dautenhahn, C. L. Nehaniv, M. L. Walters, B. Robins, H. Kose-Bagci, N. A. Mirza, and M. Blow, KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human–robot interaction research, *Applied Bionics and Biomechanics* 6, 369 (2009).
- [6] M. Fridin, Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education, *Computers & Education* 70, 53 (2014).
- [7] F. B. V. Benitti, Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review, *Computers & Education* 58, 978 (2012).
- [8] B. Robins, E. Ferrari, K. Dautenhahn, G. Kronreif, B. Prazak-Aram, G.-j. Gelderblom, B. Tanja, F. Caprino, E. Laudanna, and P. Marti, Human-centred design methods: Developing scenarios for robot assisted play informed by user panels and field trials, *International Journal of Human-Computer Studies* 68, 873 (2010).
- [9] E. I. Barakova and T. Lourens, Expressing and interpreting emotional movements in social games with robots, *Personal and ubiquitous computing* 14, 457 (2010).
- [10] H. Kozima, M. P. Michalowski, and C. Nakagawa, Keepon, *International Journal of Social Robotics* 1, 3 (2009).
- [11] C. D. Kidd, W. Taggart, and S. Turkle, A sociable robot to encourage social interaction among the elderly, in *Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (IEEE, 2006)* pp. 3972–3976.
- [12] G. Hoffman, O. Zuckerman, G. Hirschberger, M. Luria, and T. Shani-Sherman, Design and evaluation of a peripheral robotic conversation companion, *Human Robot Interaction*, (2015), 10.1145/2696454.2696495.
- [13] G. Hoffman and K. Vanunu, Effects of robotic companionship on music enjoyment and agent perception, in *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI) (IEEE, 2013)* pp. 317–324.
- [14] P. Rane, V. Mhatre, and L. Kurup, Study of a home robot: Jibo, in *International Journal of Engineering Research and Technology*, Vol. 3 (ESRSA Publications, 2014).
- [15] T. Kanda, M. Shiomi, Z. Miyashita, H. Ishiguro, and N. Hagita, An affective guide robot in a shopping mall, in *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction (ACM, 2009)* pp. 173–180.
- [16] W. Burgard, A. B. Cremers, D. Fox, D. Hähnel, G. Lakemeyer, D. Schulz, W. Steiner, and S. Thrun, Experiences with an interactive museum tour-guide robot, *Artificial intelligence* 114, 3 (1999).
- [17] M. Bennewitz, F. Faber, D. Joho, M. Schreiber, and S. Behnke, Towards a humanoid museum guide robot that interacts with multiple persons, in *IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (IEEE, 2005)* pp. 418–423.
- [18] Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, K. Yamazaki, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, Museum guide robot based on sociological interaction analysis, in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (ACM, 2007)* pp. 1191–1194.
- [19] T. Hashimoto, S. Hiramatsu, T. Tsuji, and H. Kobayashi, Realization and evaluation of realistic nod with receptionist robot saya, in *International Symposium on Robot and Human interactive Communication (RO-MAN) (IEEE, 2007)* pp. 326– 331.
- [20] M. K. Lee, S. Kiesler, and J. Forlizzi, Receptionist or information kiosk: how do people talk with a robot? in *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work (ACM, 2010)* pp. 31–40.
- [21] Keltner D, Kring AM (1998) Emotion, social function, and psychopathology. *Rev Gen Psychol* 2:320–342

- [22] Jayagopi, D. B., S. Sheiki, D. Klotz, J. Wienke, J.-M. Odobez, S. Wrede, V. Khalidov, L. Nyugen, B. Wrede and D. Gatica-Perez, "The vernissage corpus: A conversational human-robot-interaction dataset", in "Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction", pp. 149–150 (IEEE Press, 2013).
- [23] J. Velasquez, "An emotion-based approach to robotics," in ' Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS '99), vol. 1, pp. 235–240, Kyongju, Republic of Korea, October 1999.
- [24] X. Zhou, X. Huang, and Y. Wang, "Real-time facial expression recognition in the interactive game based on embedded hidden markov model," *Proceedings. Int. Conf. Comput. Graph. Imaging Vis. 2004. CGIV 2004.*, pp. 144–148, 2004.
- [25] Keltner D, Kring AM (1998) Emotion, social function, and psychopathology. *Rev Gen Psychol* 2:320–342
- [26] G. R. S. Murthy and R. S. Jadon, "Effectiveness of Eigenspaces for Facial Expressions Recognition," *Int. J. Comput. Theory Eng.*, vol. 1, no. 5, pp. 638–642, 2009.
- [27] Hashimoto, T., S. Hitramatsu, T. Tsuji and H. Kobayashi, "Development of the face robot saya for rich facial expressions", in "SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference", pp. 5423–5428 (IEEE, 2006).
- [28] Kuo, I.-H., C. Jayawardena, E. Broadbent, R. Q. Stafford and B. A. MacDonald, "Hri evaluation of a healthcare service robot", in "International Conference on Social Robotics", pp. 178–187 (Springer, 2012).
- [29] Jokinen, K. and G. Wilcock, "Multimodal open-domain conversations with the nao robot", in "Natural Interaction with Robots, Knowbots and Smartphones", pp. 213–224 (Springer, 2014).
- [30] Jayagopi, D. B., S. Sheiki, D. Klotz, J. Wienke, J.-M. Odobez, S. Wrede, V. Khalidov, L. Nyugen, B. Wrede and D. Gatica-Perez, "The vernissage corpus: A conversational human-robot-interaction dataset", in "Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction", pp. 149–150 (IEEE Press, 2013).
- [31] <http://www.hansonrobotics.com/about/david-hanson/>
- [32] M. Bartlett, P. Viola, T. Sejowski, L. Larsen, J. Hager, and P. Ekman, "Classifying facial action," in M. Mozer, D. S. Touretzky, and M. Hasselmo, (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 8, The MIP Press, 1996, pp. 823-829.
- [33] K. Mase, "Recognizing multiple persons' facial expressions using HMM based on automatic extraction of significant frames from image sequences," in *Proceedings of the International Conference on Image Processing*, Vol. 2, 1997, pp. 546-549.
- [34] Y. Yacoob, H. M. Lam, and L. S. Davis, "Recognizing faces showing expressions," in *Proceedings of the International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition*, 1995, pp. 278-283.
- [35] L. Ma and K. Khorasani, "Facial expression recognition using constructive feedforward neural network," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B: Cybernetics*, Vol. 34, 2004, pp. 1588-1559.
- [36] X. W. Chen and T. Huang, "Facial expression recognition: a clustering-based approach," *Pattern Recognition Letter*, Vol. 24, 2003, pp. 1295-1302.
- [37] D. Aju, A. M. Lal, and R. S. Dangeti, "Efficient Identification of Facial Expressions through Eigen Faces," *Int. J. Adv. Eng. Sci. Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 26–30, 2011.
- [38] Rázuri, J. G., Sundgren, D., Rahmani, R., & Moran Cardenas, A. (2013). Automatic Emotion Recognition through Facial Expression Analysis in Merged Images Based on an Artificial Neural Network. In 2013 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICAI) : Proceedings (pp. 85–96). <https://doi.org/10.1109/MICAI.2013.16>

INSAC-18-1301

Sözleşmelerin Türk Lirası Cinsinden Yapılması Zorunluluğuna İlişkin
Düzenlemenin Kambyo Senetleri Bakımından Değerlendirilmesi
(Bilal Özel)

SÖZLEŞMELERİN TÜRK LİRASI CİNSİNDEN YAPILMASI ZORUNLULUĞUNA İLİŞKİN DÜZENLEMENİN KAMBIYO SENETLERİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bilal Özel

Selçuk Üniversitesi, Hukuk Fakültesi

Ticaret Hukuku A.B.D.

E-Mail: bilalozel86@gmail.com

Özet: Ülkemizde son zamanlarda döviz kurunda anormal dalgalanmalar gerçekleşmektedir. Bahse konu dalgalanmalara karşı alınan önlemlerden bazılarını düzenleyici işlemler oluşturmaktadır. Bu önlemler arasında Türk Parası Kıymetini Koruma Hakkında 32 sayılı Karar ve ona bağlı olarak çıkarılan Tebliğler yer almaktadır. Mezkûr düzenlemeler ile bazı sözleşme tiplerinin döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak yapılması yasaklanmıştır. Yasaklanan sözleşmelerin içerdiği bedelin kıymetli evrakla ödenmesinin taraflarca kararlaştırılması hâlinde, bu senetlerin de aynı yasağa tabi olduğu düzenlenmiştir. Hal böyle olunca, kıymetli evrak niteliğinde olan kambiyo senetleri de böylelikle yasak kapsamına dâhil edilmiş bulunmaktadır. Ancak, kambiyo senetlerinin hem kıymetli evrak olması sebebiyle hem de kendine özgü bazı özellikleri mevcuttur. Bu özellikler getirilen dövizle sözleşme yapma yasağının uygulanmasını imkânsız kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: kambiyo senetleri, mücerretlik ilkesi, def'i, döviz, sözleşme.

Giriş

Dövizde yaşanan dalgalanmalar ve afaki nitelikte kur artışları, buna karşı birtakım önlemler alınmasını gerektirmiştir. Bu önlemlerden biri de 12 Eylül 2018 tarih ve 85 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararı ile alınan Türk Parası Kıymetini Koruma Hakkında 32 Sayılı Kararda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar'dır. *Dövizle sözleşme yapma yasağı* olarak da anılabilecek bu karar, Hazine ve Maliye Bakanlığınca belirlenen haller dışında, bazı sözleşme tiplerinde sözleşme bedelinin döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak kararlaştırılamayacağını düzenlemektedir. Mezkûr kararın verdiği yetki ile, Hazine ve Maliye Bakanlığı Türk Parası Kıymetini Koruma Hakkında 32 Sayılı Karara İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2008-32/34)'de Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2018-32/52) yayınlamıştır. Bu değişiklikte Tebliğin 8. maddesinin 21. fıkrasında, "*sözleşme bedeli ve bu sözleşmeden kaynaklanan diğer ödeme yükümlülükleri döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak kararlaştırılamayan sözleşmeler kapsamında düzenlenecek kıymetli evraklarda yer alan bedellerin döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak belirlenmesinin mümkün olmadığı*" düzenlenmiştir. Kıymetli evrakın düzenlenmesine sınırlama getiren bu hükmün normlar hiyerarşisine (alt normun üst norma aykırı olamayacağı kuralına) aykırı olup olmadığı ve de özellikle mücerret (soyut) kıymetli evrak niteliğine haiz bulunan kambiyo senetleri (poliçe, bono, çek) açısından uygulanma kabiliyetinin bulunup bulunmadığının değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca mezkûr düzenleme mücerretlik ilkesinin yanı sıra, kambiyo senetlerinde def'ilerin ileri sürülmesi, kambiyo senetlerinin tedavül gücü karşısında uygulanabilirlik sorunu gibi farklı yönlerden de incelenmesi gerekmektedir.

A. Dövizle Sözleşme Yapma Yasağına İlişkin Düzenleme

32 Sayılı Karar'ın 4. maddesine eklenen g bendi, “Türkiye’de yerleşik kişilerin, Bakanlıkça belirlenen haller dışında, kendi aralarında menkul ve gayrimenkul alım satım, taşıt ve finansal kiralama dâhil her türlü menkul ve gayrimenkul kiralama, leasing ile iş, hizmet ve eser sözleşmelerinde sözleşme bedeli ve bu sözleşmelerden kaynaklanan diğer ödeme yükümlülükleri döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak kararlaştırılamaz” şeklindedir. Hükmün uygulama şartları şöyledir:

- Kişi bakımından;
Türkiye’de yerleşik kişiler¹ arasında uygulanır. Dolayısıyla sözleşmenin her iki tarafının da Türkiye’de yerleşik olması gerekir. Tebliğ ile bu kişilerin çevresi genişletilmiştir: “Türkiye’de yerleşik kişilerin yurt dışındaki; şube, temsilcilik, ofis, irtibat bürosu, işlettiği veya yönettiği fonlar, doğrudan veya dolaylı olarak yüzde elli ve üzerinde pay sahipliklerinin bulunduğu şirketler 32 sayılı Kararın 4 üncü maddesinin (g) bendi uygulaması kapsamında Türkiye’de yerleşik olarak değerlendirilir” (Tebliğ, m. 8/23). Hem gerçek hem de tüzel kişilerin kendi aralarında yapacakları sözleşmeler için 32 sayılı Karar uygulama alanı bulur. Kişilerin uyruğu Karar’ın uygulanması bakımından önem taşımaz.
- Konu bakımından;
Karar’ın uygulanması tüm sözleşme tipleri için hasredilmemiştir. Menkul ve gayrimenkul alım satım, taşıt ve finansal kiralama dâhil her türlü menkul ve gayrimenkul kiralama, leasing ile iş, hizmet ve eser sözleşmeleri hükmün kapsamına dahildir. Sayılan sözleşme tiplerine girmeyen bir sözleşmeye dövizle işlem yapma yasağı uygulanmaz. Ancak, Hazine ve Maliye Bakanlığı istisnalar öngörebilir.
- Zaman bakımından;
Karar’ın yayımı tarihinden önce yapılmış sözleşmeler için de hüküm uygulanır (32 Sayılı Karar Geçici 8. Madde). Düzenlemelerin geçmişe yürümezliği ilkesi bakımından yukarıda verilen sözleşmeler açısından bir istisna getirilmiştir. Fakat Tebliğ ile Karar’ın yürürlüğe girmesinden önce düzenlenmiş ve tedavüle çıkmış kıymetli evrakın geçici maddenin uygulanması bakımından istisna olduğu yerinde olarak düzenlenmiştir (Tebliğ, 8/21, c. 2).

Tebliğ’in 8. maddesinde sayılan hallerin dışında kalan sözleşmelerde, 32 sayılı Karar’da düzenlenen sözleşmeler kapsamında düzenlenecek kıymetli evrakın döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak belirlenmesi mümkün değildir (Tebliğ, 8/21, c. 1). Dolayısıyla Türkiye’de yerleşik kişiler kendi aralarında gerçekleştirecekleri satım, kiralama, leasing, iş, hizmet ve eser sözleşmelerinin temelini oluşturduğu kambiyo senetlerinde senet bedeli döviz ile kararlaştırılamaz.

Kabul etmek gerekir ki, Tebliğin 8/21 hükmünde yer alan düzenlemenin kendi içerisinde bir tutarlılığı söz konusudur. Zira, 32 sayılı Karar 2008/32-34 sayılı Tebliğ ile getirilen yasağın kıymetli evrak düzenlenmesi yoluyla dolanılması mümkündür. Tebliğ m. 8/21 hükmü, temel ilişkisi yasak kapsamında olan sözleşmelerin kıymetli evrak düzenlenerek dolanılmasının önüne geçmeyi amaçlamaktadır.

¹ Türkiye’de yerleşik kişi kavramı *Tanımlar* başlığı altında “Yurtdışında işçi, serbest meslek ve müstakil iş sahibi Türk vatandaşları dahil Türkiye’de kanuni yerleşim yeri bulunan gerçek ve tüzel kişileri” şeklinde tanımlanmıştır (32 sayılı Karar m. 2/b). Gerçek kişilerin yerleşim yeri, “bir kimsenin sürekli kalma niyetiyle oturduğu yer” (Türk Medeni Kanunu m. 19/1); tüzel kişilerin yerleşim yeri ise, “kuruluş belgesinde başka bir hüküm bulunmadıkça işlerinin yönetildiği yer” (MK m. 51) şeklinde tanımlanmaktadır.

Ticaret şirketlerinin yerleşim yeri şirket (esas) sözleşmesinde gösterilen merkezidir. Bir kişinin birden fazla yerleşim yeri bulunamaz (MK m. 19/2). Fakat, ticari ve sınai kuruluşlar bu kuralın istisnasını oluşturduklarından (MK m. 19/3) ticaret şirketlerinin şubelerinin bulunduğu yerler de yerleşim yeri sayılır. Bu hususta açıklamalar ve tartışmalar için bkz. Kırca, İ. / Şehriali, Çelik, F. H. / Manavgat, Ç. (2013), *Anonim Şirketler Hukuku*, C. 1, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü, s. 76-77.

B. 32 Sayılı Karar ile 2008-32/34 sayılı Tebliğin Normlar Hiyerarşisi Çerçevesinde Değerlendirilmesi

Hukukun temel prensiplerinden biri alt normun üst norma aykırı olamayacağını ifade eden *normlar hiyerarşisidir*². Bu ilkenin varlık sebebi, hukukun kendi içinde tutarlı bir bütün olduğu varsayılarak, normların belli bir düzen içerisinde sıralanmasıdır³. 2008-32/52 ile değişik 2880-32/34 sayılı Tebliğ iki açıdan normlar hiyerarşisine aykırılık teşkil etmektedir.

İlk olarak, 32 sayılı Karar'a getirilen yenilikte, Bakanlığın hükümde yer alan yasaklara istisna tanıyabileceği düzenlenmiştir. Bir başka deyişle, Bakanlığın yetkisi, Karar'da sayılan yasak sözleşme tiplerine istisna tanıyarak sözleşmelerin uygulama çevresini daraltmaya yöneliktir. Oysa Tebliğ ile ayrı bir sözleşme tipini oluşturan⁴ kambyo senetlerini de içeren bir düzenleme getirilerek, yasak kapsamında yer alacak sözleşme tipleri genişletilmektedir. Dolayısıyla Tebliğ ile Hazine ve Maliye Bakanlığının yetkisine girmeyen bir konu düzenlenmiş bulunmaktadır.

İkinci olarak, kambyo senetlerinde bedelin gösterilme şekli kanunla düzenlenmiştir (TK m. 671/1-b, 776/1-b ve 780/1-b). Bu düzenlemelerde bedelin gösterilmesi *kayıtsız ve şartsız* olması ve *bedelin belirli* olması şartı aranmaktadır. Bedelin Türk parası cinsinden yazılması şartı ise aranmamaktadır. Dolayısıyla döviz cinsinden veya dövize endeksli şekilde bedelin gösterilmesi mümkündür⁵. Döviz cinsinden gösterilen bedel için efektif şartı (aynen ödeme kaydı) konulmamış ise, borçlu Türk Borçlar Kanunu'nun 99. maddesi çerçevesinde Türk parası olarak borcu öder⁶. 2008-32/34 sayılı Tebliğ ile kambyo senetlerinde bedelin Türk parası ile gösterilmesi zorunluluğu getirilerek, Kanun'a aykırı bir hüküm yaratılmıştır. Bu husus da normlar hiyerarşisine aykırılık teşkil eder. Tebliğ'de yer alan dövizle işlem yapma yasağının kambyo senetlerinde uygulanabilmesi için, bu hususun eş bir norm ile, yani kanun ile istisnaların düzenlenmesi gerekir.

C. 32 Sayılı Karar ile 2008-32/34 sayılı Tebliğin Kambyo Senetleri Bakımından Değerlendirilmesi

1. Mücerretlik İlkesi Çerçevesinde Değerlendirme

Kıymetli evrak niteliği taşıyan senetler, düzenlemelerine sebep olan hukuki işlemle ilgileri bakımından *illî* (sebebe bağlı) ve *mücerret* (soyut) olmak üzere ikiye ayrılır⁷. İllî kıymetli evrak, senedin düzenlenmesine sebep olan temel ilişkinin senetten anlaşıldığı kıymetli evraktır. Pay senedi, konşimento, ipotekli borç senedi, makbuz senedi ve varant bu tür senetlerin tipik örnekleridir. Temel borç ilişkisinin senetten anlaşılamadığı ve senet içeriğinde böyle bir

² Normlar hiyerarşisi hakkında geniş bilgi için bkz. Gözler, K. (2013). Hukuka Giriş, 10. Baskı, Ekin Yayınları, s. 179 vd.

³ Gözler, s. 181.

⁴ Kambyo senetlerinin hukuki niteliği doktrinde tartışmalıdır. Kanaatimiz kambyo sözleşmesinin sui generis bir sözleşme olduğu yönündedir. Kambyo senetlerinin hukuki niteliği ile ilgili görüşler için bkz. Poroy, R. / Tekinalp, Ü. (2013). Kıymetli Evrak Hukuku Esasları, Çek Kanunun Yorumu ile, 21. Bası, Vedat Kitapçılık, s. 163.

⁵ Öztan, F. (1997). Kıymetli Evrak Hukuku, 2. Bası, Turhan Yayınevi, s. 451; Poroy / Tekinalp, s. 142. Belirtmek gerekir ki, 32 sayılı Karar ve 2008-32/34 sayılı Tebliğ ile *döviz cinsinden veya dövize endeksli olarak* bedel gösterilmesi yasaklandığından, *altın veya diğer kıymetli madenlerin* multiplikatör olarak senet bedelinde gösterilmesi mümkündür.

⁶ Öztan, s. 451; Poroy / Tekinalp, s. 142.

⁷ Öztan, s. 172; Poroy / Tekinalp, s. 35.

bağlantının kurulması halinde geçersiz⁸ olan senetler mücerret kıymetli evraktır. Bu senetlerin tipik örneğini kambiyo senetleri⁹ (poliçe, bono, çek¹⁰) oluşturur.

Kambiyo senetleri mücerret bir alacak hakkı içerir¹¹. Türk Ticaret Kanunu'nun 671/1-b (poliçe), 776/1-b (bono) ve 780/1-b (çek) hükümleri borcun konusunun *kayıtsız ve şartsız* olarak senette gösterilmesini düzenler. Bedelin *kayıtsız ve şartsız* olma özelliği kambiyo senetlerinde mücerretliğe karşılık gelir¹². Bu nedenle kambiyo senetlerindeki hak *atipik* olup, hiçbir dogmatik kategoriye girmez¹³. Örneğin kambiyo senetlerinde mündemiç olan alacak hakkı ne satım, ne kira, ne iş, ne de eser sözleşmesinden doğmuştur ne de onunla ilintilidir¹⁴. Kambiyo senedinde yer alan bedel, genellikle başka bir sözleşmenin ifasına ilişkindir fakat bu husus senet üzerinden anlaşılamamaktadır.

32 sayılı Karara dayanılarak çıkartılan 2008-32/34 sayılı Tebliğ, dövizle işlem yapma yasağı kapsamındaki sözleşmelerin temel ilişkisini oluşturduğu kambiyo senetlerinin de dövizle düzenlenmesini yasaklamaktadır. Ancak her şeyden önce mücerret nitelikte bulunan kambiyo senetlerinin dövizle düzenlenmesi halinde, bu yasağın nasıl uygulanabileceği sorunu ortaya çıkmaktadır. Örneğin temel ilişkisi eser sözleşmesi olan bir bononun üzerine bu husus derç edilemez. Bu bono illetten mücerret olduğundan, bedelin dövizle gösterilmiş olması halinde 32 sayılı Karar gereğince yasaklı işlemlere girdiğinin ispatı gerekecektir¹⁵. Hemen belirtmek gerekir ki, kambiyo senedi, temel ilişkinin tarafları arasında kaldığı sürece mücerretlik ilkesi uygulanmaz¹⁶.

2. Kambiyo Senetlerinde Def'iler Çerçevesinde Değerlendirme

Doktrinde¹⁷ farklı sınıflandırmaya tabi tutulmakla birlikte def'ilerin kanunî sınıflandırması *senet metninden anlaşılan def'iler*, *senetteki taahhüdün hükümsüzlüğüne ilişkin def'iler* ve *şahsi def'iler* şeklindedir (TK m. 825). Dövizle gösterilen bedel senet metninden anlaşıldığı için, ilk bakışta bu konunun *senet metninden anlaşılan def'iler*¹⁸ grubuna girdiği düşünülebilir. Fakat, 32 sayılı Karar'la tüm sözleşme tipleri değil, bir kısım sözleşmelerde ve kişiler arasında dövizle işlem yapma yasağı getirdiğinden, senet metninden dövizle gösterilen bedelin yasak kapsamına

⁸ Mücerretliğin kambiyo senetleri için zorunlu olduğu yönünde bkz. Yılmaz, A. L. (2017). Kambiyo Senetlerinde Def'iler (Einreden im Wertpapierrecht), 2. Baskı, Beta Basım, s. 106.

⁹ Kambiyo senetleri kanunen emre yazılı senetlerdir. Ancak poliçe ve bono, nama ve eksik nama; çek ise nama ve hamiline yazılı olarak düzenlenebilir. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde yapılan açıklamalar emre yazılı kambiyo senetlerinin özellikleri kapsamında yapılan değerlendirmeleri içermektedir.

¹⁰ Bir ödeme aracı olan çekin mücerret kıymetli evrak olup olmadığı yönünde tartışma için bkz. Öztürk, D. F. (2004). Mücerret Kıymetli Evrak, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 50 vd.

¹¹ Türk, İsviçre ve Alman hukuklarında kambiyo taahhüdünün mücerret olduğu yönünde fikir birliği bulunduğu konusunda bkz Yılmaz, s. 106.

¹² Sayhan, İ. (2006). Kambiyo Senetlerinde Mücerretlik İlkesi ve Bedel İlişkisi, Yetkin Yayınları, s. 100.

¹³ Hueck, A. / Canaris, C-W. (1986). Recht der Wertpapiere, 12. Auflage, Verlag Franz Vahlen, s. 27.

¹⁴ Poroy / Tekinalp, s. 36.

¹⁵ Kambiyo senedinin mücerret olmasının bir sonucu da ispat yükünün yer değiştirmesidir. Senet borçlusu temel ilişkideki eksiklik niteliğinde olan dövizle işlem yapma yasağına aykırılığı alacaklıya karşı bir def'i olarak ileri sürmek ister ise, bu temel ilişkinin 32 sayılı Karar çerçevesinde yasak kapsamına girdiğini ispat yükümlülüğü altındadır. Kambiyo senetlerinde ispat yükünün yer değiştirmesi hakkında ayrıca bkz. Seyhan, s. 118-119.

¹⁶ Poroy / Tekinalp, s. 39.

¹⁷ Def'ilerin sınıflandırılmasına ilişkin bkz. Domaniç, H. (1990). TTK Şerhi IV, Kıymetli Evrak Hukuku ve Uygulaması, Temel Yayınları, s. 150 vd; Hueck / Canaris, s. 114 vd; Öztan, s. 218 vd; Poroy / Tekinalp, s. 93 vd; Yılmaz, s. 314 vd.

¹⁸ Senet metninden anlaşılan def'iler hakkında geniş bilgi için bkz. Yılmaz, s. 351 vd.

girip girmediği anlaşılamaz bir durumdur. Bu nedenle borçlu senet metninden anlaşılan def'i addedip, bu hususu herkese karşı ileri süremez.

Yukarıda verilen örnek ele alındığında kambiyo senedinin düzenleyeni ile lehtarı arasında eser sözleşmesine dayalı bir alacağın kambiyo senedinde dövizle gösterildiği şeklindeki bir iddia *şahsi def'i*¹⁹ olarak ileri sürülebilir. Bu def'i *bilerek borçlunun zararına hareket*²⁰ etmediği sürece üçüncü kişilere karşı ileri sürülemez (TK m. 687/1). Dolayısıyla kambiyo senedi borçlusunun ödemenin Türk parası cinsinden yapılması gerektiği yönündeki def'i yalnızca lehtara karşı ileri sürülebilir niteliktedir.

3. Kambiyo Senetlerinin Tedavül Gücü Çerçevesinde Değerlendirme

Düzenlemeye aykırı olarak döviz cinsinden veya dövizle endeksli olarak kararlaştırılması mümkün olmayan kambiyo senetlerinde yer alan bedellerin 32 sayılı Kararın geçici 8. maddesi kapsamında Türk parası olarak taraflarca yeniden belirlenmesi zorunludur (2008-32/34 sayılı Tebliğ, m. 8/27). Dövizle işlem yapma yasağına aykırılığın yaptırımının sözleşmenin (kambiyo senedinin) geçersizliği olmadığı Tebliğin m. 8/27'den anlaşılmaktadır.

*Tedavül senedi*²¹ özelliği bulunan kambiyo senetleri bakımından mezkûr düzenlemenin nasıl uygulanacağı bir sorundur. Zira tedavüle çıkan bu senetlerde *görünüşe itimat ilkesi ile birleştirilmiş akit teorisi*²² geçerli olup, devralan senedin ön ve arka yüzü ile eklerini (alonj) inceleyerek ve bu görünüşe inanarak senedi devralmaktadır. Senedi devralanın bu inceleme sonucunda bir eksiklik görmemesi, yani görünüşün sağladığı güven de senede tedavül gücü sağlamaktadır. 2008-32/34 sayılı Tebliğin 8/27'nin uygulanması halinde, senede olan bu güven ortadan kalkar ve kambiyo senedinin tedavül gücü zayıflar.

Tebliğin getirdiği düzenleme ile senedi devralan kişi, bedeli dövizle gösterilmiş bir senedin temel ilişkisinin dövizle yasaklı işlemlere girip girmediğini araştırma ve yasak kapsamında düzenlenmiş bir senedin tekrar Türk parası şeklinde düzenlenmesini isteme yükümlülüğü altına girmektedir. Birden fazla ciro görmüş senetlerde, bu bedelin Tebliğe uygun hale getirilerek yeniden her ciranaya imzalatılmasının zorluğu su götürmez bir gerçektir. Özellikle cironun asgari şekil şartının imza²³ olduğu ve cirantanın adı, soyadı ile yerleşim yeri bilgisinin ciroda bulunmasının gerekmediği göz önünde bulundurulduğunda Tebliğin 8/27 hükmünün kambiyo senetlerine uygulanmasının imkansızlığından bahsedilebilir.

Kaldı ki, hamilin bu bilgilere vakıf olduğu durumda dahi, şöyle bir sorun ortaya çıkmaktadır: Tüm ilgililer Türk parası ile yeni bir senet düzenleyene kadar, önceki senedin durumu ne olacaktır? İki senet aynı anda mı tedavülde bulunacaktır? Burada TK m. 748'de düzenlenen *senet metnindeki değişikliklerin*²⁴ devreye girmesi gerektiği söylenebilir. İlgililer yeni bir senet düzenleme yoluna gitmeden, dövizle gösterilen bedeli çizerek, Türk parası cinsinden tekrar aynı senet üzerinde gösterme yoluna gidebilirler. Fakat daha önce dövizle taahhüt altına girmiş olan herkesin Türk parası cinsinden sorumlu olabilmesi için TK m. 748 çerçevesinde yeni gösterilen bedelinin altında imzasının bulunması gerekir. Aksi takdirde, kambiyo hukuku bakımından sonradan Türk parası bedeline imza atanlar bu bedelden, döviz cinsine imza atmış kişiler döviz cinsinden sorumlu olur (TK m. 748).

¹⁹ Şahsi def'iler hakkında geniş bilgi için bkz. Öztan, s. 234 vd; Yılmaz, s. 436 vd.

²⁰ Bilerek borçlunun zararına hareket kavramı için bkz. Öztan, s. 241 vd; Poroy / Tekinalp, s. 100 vd; Yılmaz, s. 493 vd.

²¹ Kambiyo senetlerinin tedavül yeteneği hakkında bkz. Alışkan, M. (1998). Kambiyo Senetlerinde Temlik Ciro, Yaylın Yayıncılık, s. 22 vd.

²² Jacobi, E. (1956), Wechsel- und Scheckrecht unter Berücksichtigung des ausländischen Rechts, Walter De Gruyter & Co., s. 41 vd.

²³ Cironun şekli konusunda geniş bilgi için bkz. Özel, B. (2012). Kambiyo Senetlerinde Rehin Ciro, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 55 vd.

²⁴ Bu hususta geniş bilgi için bkz. Öztan, s. 861 vd.

Tebliğ, Türkiye’de yerleşik kişilerin kendi aralarında dövizle kambiyo senedi düzenlemelerini yasaklamaktadır. Konuya başka bir açıdan yaklaşmak gerekirse, Türkiye’de yerleşik olma şartının, senedi devralan kişiler açısından da geçerli olup olmayacağı açık değildir. Yine düzenleyenin Türkiye’de yerleşik olduğu bir kambiyo senedinin lehtar bu şartı taşıyorsa da, tedavül sırasında senedi devralan kişilerin Türkiye’de yerleşik kişilerden olması halinde, Tebliğin uygulanıp uygulanmayacağı da tartışmaya açıktır.

Sonuç

Kambiyo senetleri, kıymetli evrak içinde özel öneme sahip senetlerdir. Bazı sözleşmelerin döviz cinsinden gösterilmesinin genel olarak kıymetli evrakta özelde kambiyo senetlerinde de yasaklanmış olması uygulamada birçok soruna yol açabilecek niteliktedir. Kambiyo senetlerinin özellikleri bu düzenlemenin uygulamasını fiilen ve hukuken imkânsız hale getirdiği gibi, düzenlemenin normal hiyerarşisine aykırılık teşkil ettiğini de belirtmek gerekir.

Bahsedilen hukuka aykırılıkları aşmanın yolu, kanunî bir düzenleme yapmak gibi görünmektedir. Ancak, yapılacak kanunî düzenlemede temel ilişkideki sözleşme tipi sınırlamasının yapılması yine çözüm olmayacaktır. Zira kambiyo senetlerinin mücerretliği ilkesi ve def’iler hususu, Tebliğ ile getirilen düzenlemenin kanun ile düzenlenmesi halinde dahi, aynı sorunlara yol açacaktır. Bununla birlikte temel ilişkide herhangi bir sözleşme tipi sınırlaması yapılmaksızın, kambiyo senetlerinin Türk parası olarak düzenlenmesi şartının getirilmesi uygun bir çözüm olarak görülmektedir. Bu konuda örneğin kambiyo senetlerinin unsur kısmına “*Bedel döviz cinsinden ya da dövize endeksli olarak gösterilemez*” gibi bir ek şart getirilebilir. Mamafih, mer’î düzenleme, hâlihazırda hâlâ dolanılmaya müsait.

Kaynaklar

- Alışkan, M. (1998). Kambiyo Senetlerinde Temlik Ciro, Yaylın Yayıncılık.
- Domaniç, H. (1990). TTK Şerhi IV, Kıymetli Evrak Hukuku ve Uygulaması, Temel Yayınları.
- Gözler, K. (2013). Hukuka Giriş, 10. Baskı, Ekin Yayınları.
- Hueck, A. / Canaris, C-W. (1986). Recht der Wertpapiere, 12. Auflage, Verlag Franz Vahlen.
- Jacobi, E. (1956), Wechsel- und Scheckrecht unter Berücksichtigung des ausländischen Rechts, Walter De Gruyter & Co.
- Kırca, İ. / Şehriali Çelik, F. H. / Manavgat, Ç. (2013), Anonim Şirketler Hukuku, C. 1, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü.
- Özel, B. (2012). Kambiyo Senetlerinde Rehin Ciro, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztaş, F. (1997). Kıymetli Evrak Hukuku, 2. Bası, Turhan Yayınevi, s. 172.
- Öztürk, D. F. (2004). Mücerret Kıymetli Evrak, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Poroy, R. / Tekinalp, Ü. (2013). Kıymetli Evrak Hukuku Esasları, Çek Kanunun Yorumu ile, 21. Bası, Vedat Kitapçılık.
- Sayhan, İ. (2006). Kambiyo Senetlerinde Mücerretlik İlkesi ve Bedel İlişkisi, Yetkin Yayınları.
- Yılmaz, A. L. (2007). Kambiyo Senetlerinde Def’iler (Einreden im Wertpapierrecht), Beta Basım.

INSAC-18-1302

“30439 Sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine Ve Alacaklılar
Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik”
Hükümlerinin Genel Değerlendirmesi Ve Bazı Öneriler (Meltem ERCAN
ÖZLER)

“30439 Sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine Ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik” Hükümlerinin Genel Değerlendirmesi Ve Bazı Öneriler

Arş. Gör. Meltem ERCAN ÖZLER¹

¹ Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi, Medeni Usul ve İcra-İflas Hukuku ABD Araştırma Görevlisi, E-mail: meltem.ercan@selcuk.edu.tr

Özet: “30439 sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik ” ve “7101 sayılı İcra ve İflâs Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun” ile birlikte konkordato, konkordato komiseri ve alacaklılar kurulu ile ilgili yeni bazı düzenlemeler getirilmiştir. Bunların yanında hukukumuzda Türk Ticaret Kanunu’ndaki değişiklikler ile de konkordato, etkin bir şekilde başvurulabilecek bir kurum haline gelmiştir. Gerek 7101 sayılı İcra ve İflâs Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun’un 18. maddesinde düzenlenen ve 2004 sayılı İcra ve İflâs Kanunu’nun 290. maddesinde değişiklik yapan “Konkordato komiseri ve alacaklılar kurulu ile bunların görevleri”ne ilişkin ve gerekse 30439 sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik hükümleri kapsamında komiser ve alacaklılar kuruluna ilişkin düzenlemeler yapılmıştır. Çalışmada komiser ve alacaklılar kuruluna ilişkin özellikle yönetmeliğe ve ilgili olduğu noktada İcra-İflas Kanunu düzenlemesine ilişkin değerlendirme ve önerilerde bulunulmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Konkordato, konkordato komiseri, alacaklılar kurulu

Giriş

Konkordato kurumunun, Türk hukuk sistemine yabancı olmamasıyla birlikte, buna ilişkin getirilen yeni hükümlerle daha açıklayıcı ve kapsamlı olması ve uygulamada başvurulacak bir yol olarak kabul edilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Çünkü alacaklılar ile borçlunun müzakereleri sonrasında anlaşmaya varmaları, bu sürecin konkordato komiseri işbirliği ile yürütülmesi ve yapılacak anlaşmanın mahkemece tasdik edilmesi esasına dayanan konkordatonun daha etkin ve aktif bir şekilde kullanılmasının sağlanması ticari ve sosyal hayat bakımından bir ihtiyaç olarak görülmektedir²⁵. Konkordato, özellikle işleri iyi gitmeyen ve mali durumu bozulan borçlulara yardımcı olmak, onları haciz ve iflas yollarından koruyarak, ekonomik olarak varlıklarını sürdürmelerini sağlamak üzere kanun tarafından tanınan hukuki bir imkândır²⁶. Konkordato, borçlular iflasa tabi ise iflâsın eşliğinden kurtarma; iflasa tabi değilse bile alacaklıların takibi ile icra takipleri sonucu malvarlığının çoğunu kaybetmesi tehlikesi ile karşı karşıya kalan borçlu ya

²⁵ Mohrbutter, Jürgen/ Mohrbutter, Harro, Handbuch der Konkours- und Vergleichsverwaltung, 6. Neubearbeitete und erweiterte Auflage, Köln, Berlin, Bonn, München 1989, s.64 vd., Rdnr.84 vd.; 7101 sayılı İcra ve İflâs Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanun’un konkordato düzeni ile ilgili genel gerekçesi. Bkz. Kumkale, Rüknettin, Konkordato, Ankara 2018, s.17.

²⁶ Almanya da özellikle ekonomik durumun iyileştirilmesi amacıyla işletmelere ilişkin yeniden organizasyon kanun çalışmaları yapılmaktadır (Lüke, Wolfgang, Die Persönliche Haftung des Konkursverwalters, München 1986, s.8).

da borçluları koruma amacına hizmet etmektedir²⁷. Bu koruma amacı, komiser ve alacaklılar kurulu ile sağlanabilecektir. Bu kapsamda “30439 sayılı Konkordato Komiserinin Niteliklerine ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik” ile 9/6/1932 tarihli ve 2004 sayılı İcra ve İflas Kanunu hükümleri uyarınca görevlendirilecek konkordato komiserinin nitelikleri ile alacaklı sayısı, alacak miktarı ve alacakların çeşitliliği dikkate alınarak alacaklılar kurulunun zorunlu olarak oluşturulacağı haller ve alacaklılar kuruluna dair diğer hususlara ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir²⁸ (30439 s. Yön. m.1). Bu Yönetmelik, 2004 sayılı Kanunun 289, 4 ile 290, 6 madde hükümlerine göre hazırlandığından dolayı, yönetmeliğin hükümleri, Kanun’un komiser ve alacaklılar kuruluna ilişkin ilgili hükümleri ile birlikte değerlendirilmeye çalışılacaktır (30439 s. Yön. m.3).

I. GENEL OLARAK KONKORDATO HAKKINDA BİLGİ

A. TANIMI VE AMACI

Konkordato²⁹, dürüst ve teklifinde samimi olan bir borçlunun³⁰, belli bir zamanda tüm adi borçlarını, alacaklıları tarafından kanunda öngörülen çoğunlukla kabul edilmiş (İİK m.302) ve yetkili makamca (asliye ticaret mahkemesince, İİK m.283/3, m.306) tasdik edilmiş olan teklifiyle daha elverişli şartlar altında ödemesini ve borçlunun borcunun bir kısmından kurtarılmasını veya ödemelerinin kendi yararına iyileştirilmesi ya da değiştirilmesini sağlamak üzere kanun tarafından tanınan hukukî bir imkândır (Rechtswohlthat)³¹. Mahkemenin tasdiğiyle taraflar

²⁷ **Kuru, Baki**, İflas ve Konkordato Hukuku, 2.B., İstanbul 1988, s.404; Tanrıver, Süha, Konkordato Komiseri, Ankara 1993, s.1.

²⁸ Bu Yönetmelik, 2004 sayılı Kanun hükümlerine göre görevlendirilecek konkordato komiserinin nitelikleri ile alacaklılar kurulunun zorunlu olarak oluşturulacağı haller ve alacaklılar kuruluna dair diğer hususları kapsar (30439 s. Yön. m.2).

²⁹ Konkordato kavram olarak batık durumda olan alacaklıların alacaklarını belli bir plana göre almaları için aralarında yaptıkları sözleşme ya da uzlaşma olarak ifade edilmektedir (**Ulukapı, Ömer**, Konkordatonun Feshi, Konya 1998, s.7, dn.1; **Özcan, Hüseyin**, Ansiklopedik Hukuk Sözlüğü, 5.B., Ankara 1980, s.416). Türk Dil Kurumu, konkordatoyu ifade etmek üzere “anlaşmalı iflas” kavramını kullanmaktadır (http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5ae99112cd5456.97976607). Hukuki olarak ise konkordato “cebri sulh” veya “uyuşma” olarak tanımlanmaktadır (**Yılmaz, Ejder**, Hukuk Sözlüğü, Yenilenmiş 10.B., Ankara 2011, s.788). Diğer bir deyişle, konkordato borçluya kanunun tasvip ederek açtığı “hukuki uzlaşma yolu”dur (**Berkin, Necmeddin M.**, İflas Hukukunda Konkordato, İstanbul 1949, s.28). Alman Hukukunda “Zwangvergleich”, İsviçre Hukukunda “Nachlassvertrag”, diğer bazı hukuk sistemlerinde Concordat ya da Vergleich olarak da ifade edilmektedir (**Pagenstecher, Max**, Der Konkurs, 2.Aufl., München und Berlin 1950, s.121; **Ulukapı**, s.7, dn.1; **Üstündağ, Saim**, İflas Hukuku (İflas, Konkordato, İptal Davaları), Gözden Geçirilmiş ve Yenilenmiş 7.B., İstanbul 2007, s.226).

³⁰ “...İcra ve İflas Yasasının 285 ve devamı maddelerinde gerek konkordato talebi üzerine mühlet verilmesi, konkordato müzakeresi ve gerekse konkordatonun onaylanması aşamalarında, borçlunun doğruluk dışı işlem yapmaması ve kötü niyetli davranışta bulunmaması zorunludur” (Yrg. 12.02.1972 T., 1970/637 E., 88 K. (**Özkan, Hasan**, Açıklamalı – İçtihatlı İcra ve İflas Davaları ve Tatbikatı Konkordato, İstanbul 2014, s.22)).

³¹ **Ulukapı**, s.7; **Muşul, Timuçin**, İflâsın Ertelenmesi, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 2.B., İstanbul 2010, s.246; **Pekcamtez, Hakan/ Atalay, Oğuz/ Sungurtekin-Özkan, Meral/ Özekes, Muhammet**, İcra İflâs Hukuku, Ders Kitabı, 4.B., İstanbul 2017, s.459; **Tanrıver – Komiser**, s.3; **Berkin – Konkordato**, s.28; **Berkin, Necmeddin M.**, Konkordato Akti ve Konkordatonun Hukuki Mahiyeti, (İBD, 1949/4, (s.193-213)), s.193-194; **Kuru - Konkordato**, s.406; **Tanrıver, Süha/ Deynekli, Adnan**, Konkordatonun Tasdiki, Ankara 1996, s.29; **Postacıoğlu, İlhan E.**, Konkordato (538 Sayılı Kanun Hükümleri Göz Önünde Tutularak Yazılmıştır.), Ankara 1965, s.12; **Gürdoğan, Burhan**, İflas Hukuku Dersleri, İflas, Konkordato, İptal Davaları, Ankara 1966, s.155; **Ansay, Sabri Şakir**, Hukuk İcra ve İflas Usulleri, Genişletilmiş, Düzeltilmiş 4.B., Ankara 1956, s.336; **Ercan, İbrahim**, İcra ve İflas Hukukunda Malvarlığının Terki Suretiyle Konkordato, Konya 2008, s.43; **Eriş, Gönen**, Uygulamalı İflas ve Konkordato Hukuku, Ankara 1991, s.792; **Altay, Sümer**, Konkordato ve Yeniden Yapılanma Hukuku, C.1, İstanbul 2005, s.16; **Berkin, Necmeddin M.**, İflas Hukuku, İstanbul 1972, s.521; **Bilgen, Mahmut**, İflâsın Erteleme, Konkordato, Sıra Cetveli, İhale, Yeniden Gözden Geçirilip Genişletilmiş 2.B., Ankara 2010, s.273; **Özkan**, s.9; **Sarısözen, Serhat**, 7101 Sayılı Kanun Kapsamında İcra İflas Ve Konkordato Hukukundaki Yenilikler, Ankara 2018, s.45; **Muşul, Timuçin**,

açısından (onu kabul etmeyen alacaklıları da) bağlayıcı³² olan bir anlaşma niteliğindedir³³. Borçlu, hacizden, takiplerden ve iflâs ile itibarının zedelenmesi gibi onur zedeleyici bir durumdan kaçınarak, konkordato ile en azından ekonomik kimliğinin tamamen yok edilmesine engel olmaya çalışmaktadır³⁴. Bu esasında salt borçlu lehine değil, alacaklının da yararına olan bir takip hukuku tedbiridir³⁵. Basiretli olarak iş hayatını daha kısa bir sürede kurabilmek için konkordatoyu tercih etmelidir³⁶. Çünkü bununla borçlunun aktifi, haciz veya iflâs için gerekli olan masraflardan korunmuş ve böylece alacaklının eline de borçlunun iflâsına oranla daha fazla oranda pay düşmüş olacaktır³⁷. Bu nedenle hem borçlunun hem de alacaklılardan herhangi birisinin borçlu hakkında (iflâs dışı adi) konkordato talebinde bulunmasına bir engel yoktur³⁸ (İİK m.285,1 ve 2). Konkordato, borçlu ve alacaklı yararı dışında kamunun da menfaatine hizmet eden bir kurumdur³⁹. Diğer bir deyişle, konkordato borçlu ve alacaklı bakımından yararlı bir takip hukuku tedbirinden ziyade, borçlu ve alacaklı yanında kamunun yararının da korunmasına hizmet eden hem hukukî bir kurum hem de sosyal bir politika aracıdır⁴⁰.

B.HUKUKİ NİTELİĞİ

Konkordatonun hukukî niteliği⁴¹ hakkında doktrinde farklı görüşler bulunmaktadır. Bir görüşe göre, konkordato, borçlu ile alacaklılarının çoğunluğu arasında yapılan bir sözleşmedir⁴² (Vertragstheorie). Sözleşme teorisine karşı hüküm teorisi (Urteilstheorie)⁴³ kabul edilmiştir. Bu görüş gereği, konkordato bir sözleşme değil, borçlu ve alacaklıların iradesinin temelini oluşturan bir mahkeme hükmüdür. Bu görüş gereği, her ne kadar konkordato hükümlerini mahkeme kararı ile doğursa da alacaklıların çoğunluğunun iradesi konkordatonun tasdik kararı açısından zorunlu

28.02.2018 tarih ve 7101 sayılı Kanunla İcra ve İflas Kanunun'nda yapılan yeni düzenlemeye göre; İflâs ve Konkordato Hukuku, Uzlaşma Yoluyla Yeniden Yapılandırma, 1.B., İstanbul 2018, s.347.

³² Uhlenbruck, Wilhelm/ Delhaes, Karl, HRP, Konkurs- und Vergleichsverfahren, 5.Aufl., München 1990, s.507, Rdnr.955.

³³ Mohrbutter/ Mohrbutter, s.25, Rdnr.21; Pagenstecher, s.121; Kuru, Baki, İcra ve İflas Hukuku, El Kitabı, Tamamen Yeniden Yazılmış ve Genişletilmiş 2.B., Ankara 2013, s.1444; Pekcanitez/ Atalay/ Sungurtekin-Özkan/ Özkes, s.459; Ermenek, İbrahim, İflâsın Ertelenmesi, Genişletilmiş 2.B., Ankara 2010, s.133; Deliduman, Seyithan, Malvarlığının Terki Suretiyle Konkordato, (İBD, 2004/3, 1032 vd.), s.1036; Aydemir, Efrail/ Çağlar, Türkan, İflâsın Ertelenmesi ve Konkordato, Ankara 2010, s.149, 171; Bilgen, s.273. "...Tasdik edilen konkordato bütün alacaklılar için zorunludur" (Özkan, s.69).

³⁴ Böhle-Stramschrader, A./ Kilger, Joachim, Vergleichsordnung, 11.Aufl., München 1986; Pagenstecher, s.121; Lüke, s.8; Tanrıver, Süha, 4949 Sayılı İcra ve İflas Kanunu'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun'un Adi Konkordato İle İlgili Hükümlerde Getirmiş Olduğu Değişikliklerin Tespiti Ve Değerlendirilmesi, TBBD, S.51, Y. 2004, (s.67-90), s.67; Tanrıver – Komiser, s.4; Tanrıver/ Deynekli, s.30; Gürdoğan, s.155; Berkin – Konkordato, s.29; Pekcanitez/ Atalay/ Sungurtekin-Özkan/ Özkes, s.460; Ermenek, s.133.

³⁵ Berkin – Konkordato, s.29; Gürdoğan, s.155. Konkordato ile alacaklı yararına önerilerde bulunulmalıdır (Pagenstecher, s.124).

³⁶ Pagenstecher, s.121; Berkin – Konkordato, s.29.

³⁷ Gürdoğan, s.155; Tanrıver – Komiser, s.4-5; Tanrıver/ Deynekli, s.30-31. Konkordato, alacaklı ve borçluya yükümlülük de yükler (Böhle/ Kilger, s.14 vd.; Lüke, s.1).

³⁸ Pekcanitez/ Atalay/ Sungurtekin-Özkan/ Özkes, s.463; Tanrıver – Adi Konkordato, s.69; Ermenek, s.134; Muşul - Erteleme, s.247; Kale, Serdar, Sorularla Konkordato (İflas Dışı ve İflas İçi Adi Konkordato), İstanbul 2017, s.6. Karş. Daha önceleri, borçlunun alacaklılarına konkordato talebinde bulunma hakkı tanınmadığından, konkordatoda alacaklıların menfaatinin, borçlunun menfaatine göre daha tali nitelikte kaldığı kabul edilmekteydi (Berkin – İflâs, s.524).

³⁹ Pagenstecher, s.130.

⁴⁰ Mohrbutter/ Mohrbutter, s.64 vd.; Tanrıver – Komiser, s.5; Tanrıver/ Deynekli, s.31-32; Ulukapı, s.13. Karş. Berkin – Konkordato Akti, s.193; Berkin – Konkordato, s.28-29. Devlet de bu yönde yenileme (Sanierung) çalışmaları yapmalıdır (Lüke, s.10 vd.). Ki daha sonraki dönemlerde Alman Hukuk sisteminde bu yönde çalışmalar ve kanunlaşma hareketleri yapılmıştır (Ayrıntılı bilgi için bkz. Ercan, s.74 vd.).

⁴¹ Konkordatonun hukukî niteliğine ilişkin tartışmalar, mahkeme içi konkordato bakımından geçerlidir. Mahkeme dışı konkordato ise, zaten bir özel hukuk sözleşmesidir.

⁴² Altay, Sümer, Konkordato ve Yeniden Yapılanma Hukuku, C.1, İstanbul 2005, s.20; Eskiocak, Ali/ Altay, Sümer, Modern İflâs Hukuku Açısından Konkordato ve Yeniden Yapılanma, 3.B., İstanbul 2017, s.16; Böhle/ Kilger, s.8 vd.; Mohrbutter, s.25, Rdnr.21; Pagenstecher, s.121; Uhlenbruck/ Delhaes, s.507, Rdnr.956.

⁴³ Berkin – Konkordato, s.42.

bir unsurdur (İİK m.305, 1, c ve m.302)⁴⁴. Alacaklıların çoğunluğu şartına gerekli önemi vermemesi ve mahkeme kararlarının feshinin mümkün olmaması noktasında, konkordatonun şartlarına uyulmaması halinde feshedilebilmesi (İİK m.308/e, m.308/f) çelişkisi bu teorinin de eleştirilmesine neden olmuştur⁴⁵. Kanuni işlem görüşüne göre, (Rechtsgeschaefstheorie) göre konkordato ne bir sözleşme ne de bir mahkeme hükmüdür. Konkordato, borçlu ve alacaklıların anlaşması noktasında mahkemenin hükmünün de arandığı kanundan doğan bir işlem olarak nitelendirilir. Kanundan kaynaklanan bir işlem olması gereği, tarafları bağlar ve onlar hakkında borçlar doğurur. Sözleşme olduğu görüşünün tarafları bağlayıcılığı noktasındaki eksikliği, konkordatoya katılmamış alacaklılar bakımından bağlayıcılığın bir kanun hükmüne dayanması çıkış noktası ile giderilmektedir. Salt konkordatonun geçerliliğini kanun hükmüne dayaması ve bu açıdan da gerek alacaklıların iradesi gerekse mahkemenin etkisini tümüyle bertaraf etmesi nedeniyle amaca uygun gözükmemektedir ve konkordatonun karakteristik özelliklerini yansıtmakta da yetersiz kalmaktadır⁴⁶. Cebri icra kurumu olduğu görüşüne göre, usul (prosedür) görüşü adı verilen bu görüşte konkordato, klasik cebri icra usulleri yerine kabul edilen ve borçlu yararına olarak kanun tarafından düzenlenmiş bulunan “hafifletilmiş bir kollektif cebri icra kurumu”dur⁴⁷. Diğer bir deyişle, konkordato, dürüst borçlunun yararlanabileceği, şartlarının sağlanması haline binaen olağan cebri icra usullerinin yerini alan, aslında iflâsa yaklaşmakla birlikte ona göre daha özel ve yumuşak bir yapı olarak kabul edilen bir müessesedir. Kanaatimizce, mahkeme içi konkordato iflâsa göre daha hafifletilmiş olan özel bir cebri icra kurumu ve kollektif bir tasfiye şeklidir⁴⁸.

C. TÜRLERİ

Konkordato farklı kriterler esas alınarak farklı şekillerde tasnif edilmektedir⁴⁹. Bunlardan ilki konkordatonun borçlu ve alacaklının anlaşması yanında mahkemenin de katılması ile sonuç doğuran mahkeme içi konkordatodur⁵⁰. İİK m.285 vd.’nda mahkeme içi konkordato düzenlenmiş ve bu konkordatonun yapılışı, belli şartlara bağlanmıştır. Mahkeme içi konkordato kendi içinde içeriğine, düzenleniş biçimine ve yapıldığı zamana göre çeşitli alt başlıklara ayrılır⁵¹. Diğer bir konkordato türü ise mahkeme dışı konkordatodur. Bu konkordato türünde, prosedür içinde herhangi bir başka makamın katılımı olmaksızın borçlunun alacaklıları ile doğrudan ayrı ayrı

⁴⁴ Berkin – Konkordato, s.43.

⁴⁵ Altay, s.21-22; Gürdoğan, s.156; Tanrıver – Komiser, s.6; Tanrıver/ Deynekli, s.33.

⁴⁶ Tanrıver – Komiser, s.6-7; Tanrıver/ Deynekli, s.33; Altay, s.21-22; Ulukapı, s.66.

⁴⁷ Ulukapı, s.67-68; Kuru – El Kitabı, s.1444; Kuru - Konkordato, s.404-405, dn.2; Postacioğlu, s.13; Gürdoğan, s.156; Berkin – Konkordato Akti, s.203; Tanrıver – Komiser, s.7; Tanrıver/ Deynekli, s.33; Muşul - Erteleme, s.245. “...Konkordato koşulları var olduğu takdirde, borçlarını ödeyemeycek hale gelen borçlunun iflâstan kurtulmak için aman dilemesi sonucu uygulanan hafifletilmiş bir kollektif cebri icra müessesesidir. Yrg. 14. HD., 6.3.1980 T., 1069 E., 1246 K. (Özkan, s.94-95).

⁴⁸ Öztekin, Şerh, s.111; Pekcanitez, Hakan/ Erdönmez, Güray, 7101 sayılı Kanun Çerçevesinde Konkordato, İstanbul 2018, s.4; Tanrıver – Komiser, s.7; Tanrıver/ Deynekli, s.33-34; Ulukapı, s.75-76; Altay, s.23; Ansay, s.338; Zimmermann, Walter, Konkurs, Vergleichsverfahren, Zwangsversteigerungs-gesetz, Zivilprozessrechts III, Heidelberg 1986, s.5; Berkin – Konkordato, s.38; Gürdoğan, s.155; Kale, s.2; Postacioğlu, s.13; Berkin – İflâs, s.523; Sarısözen, s.46.

⁴⁹ Bu konuda ayrıntılı bilgi için bkz. Böhle/ Kilger, s.230 vd.; Pekcanitez/ Erdönmez, s.6-7; Öztekin, Şerh, s.106 vd.; Muşul – Konkordato, s.348 vd.

⁵⁰ Tanrıver – Komiser, s.7; Tanrıver/ Deynekli, s.38; Ulukapı, s.19; Uhlenbruck/ Delhaes, s.559, Rdnr.1066.

⁵¹ Bu ayrımlar bazen farklı şekillerde olabilmektedir. Bu kapsamda Tanrıver, adi konkordato ve malvarlığının terki suretiyle konkordatoyu, mahkeme içi ve mahkeme dışı konkordato ayrımı gibi temel ayrı bir başlıkta anlatırken (Tanrıver - Komiser, s.10 vd., 18 vd.), Ulukapı ve Ercan gibi yazarlar adi ve malvarlığının terki suretiyle konkordatoyu bizim de ifade ettiğimiz gibi mahkeme içi konkordatonun alt başlığı altında ele almaktadırlar (Ulukapı, s.19 vd.; Ercan, s.46 vd.).

yaptığı anlaşma söz konusudur⁵². Mahkeme içi konkordato içeriğine göre, vade (mühlet)⁵³, yüzde (tenzilat), bileşik (kombine-karma)⁵⁴ ve terditli (kademeli)⁵⁵ konkordato; düzenleniş biçimine göre, adi (alelâde) ve malvarlığının terki suretiyle konkordato⁵⁶; yapıldığı zamana göre, iflâs dışı (iflâstan önce) ve iflâs içi (iflâstan sonra)⁵⁷ konkordato olmak üzere alt başlıklara ayrılmaktadır.

II. KONKORDATO KOMİSERİNİN KONKORDATO BAĞLAMINDA ÖNEMİ

A. GENEL OLARAK KONKORDATO KOMİSERİ

Konkordato komiseri, İcra ve İflas Kanunu çerçevesinde konkordato işlerini yürütmekle görevlendirilen kişi olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, konkordato mühleti içinde, borçlunun tasarruflarını denetlemek ve konkordatoyu hazırlayıp, ticaret mahkemesine sunmakla görevlendirilmiş resmi sığata sahip olan kişidir. Komiser, konkordato prosedürünü yürütmek ve bu aşamada borçlu ile alacaklıların ve hatta kamunun yararını adil ölçütlere bağlı kalarak hakkaniyete uygun bir şekilde korumak ve dengelemekle görevli resmi bir organ, bir kamu görevlisidir⁵⁸. Komiser, mahkeme dışı konkordatonun bir özel hukuk sözleşmesi olması ve resmi bir organın katılımı olmaksızın borçlu ile alacaklının anlaşması sonucu hüküm doğurması nedeniyle; mahkeme içi konkordato bakımından önemli olan ve onunla sınırlı yetkileri bulunan bir organdır. İİK m.309, 2 gereği, iflas içi konkordato bakımından komiserin görevini iflas idaresi

⁵² **Ansay**, s.336; **Tanrıver – Komiser**, s.18; **Tanrıver/ Deynekli**, s.35; **Ulukapı**, s.13-14; **Kuru - Konkordato**, s.406; **Postacıoğlu**, s.13; **Gürdoğan**, s.157; **Berkin – Konkordato**, s.117; **Ercan**, s.44; **Deliduman**, s.1036; **Altay**, s.35; **Üstündağ**, s.226-227.

⁵³ Borçlunun, borçlarını ödeyebilecek gücü olmakla birlikte, vadesinde ödeme konusunda sıkıntı çekmekteyse, borçlarının vadesi uzatılmak suretiyle kendisine bir konkordato teklif edilebilir. Bu konkordato ile borçlu ile alacaklılar, borçlarını ödemek üzere borçluya bir süre vermek veya borçlarını taksitle ödenmek konusunda anlaşılır (**Öztek, Şerh**, s.107, dn.3, 4; **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.6 ; **Pagenstecher**, s.124; **Ercan**, s.48; **Tanrıver – Komiser**, s.12; **Tanrıver/ Deynekli**, s.39; **Ulukapı**, s.31).

⁵⁴ Bu konkordato türünde vade ve yüzde konkordatosunun birlikte gerçekleştirilmesi söz konusudur. Borçluya hem süre verilmesi hem de sürenin başlangıcından itibaren bir faiz talep edilmeyeceği kararlaştırılırsa bileşik yani kombine konkordato söz konusu olacaktır (**Pekcanitez/ Erdönmez**, s.6; **Tanrıver – Komiser**, s.13; **Tanrıver/ Deynekli**, s.41; **Ulukapı**, s.31-32; **Kuru - Konkordato**, s.405, dn.4; **Ercan**, s.49). Burada hem vade hem de tenzilat konkordatosuna ilişkin yaptığımız değerlendirmeler bu konkordato türüne uygun düştüğü ölçüde uygulanabilecektir.

⁵⁵ Terditli yani kademeli konkordato da borçlunun asıl talebinin reddedilmesi halinde yardımcı konkordato talebi söz konusu olacaktır (**Ulukapı**, s.32; **Ercan**, s.49; **Deliduman**, s.1038). Teklif edilen asıl ve yan konkordato teklifinin niteliğine göre diğer konkordato türleri bakımından yaptığımız değerlendirmeler burada da geçerli olacaktır.

⁵⁶ Adi (alelâde) konkordato, mahkeme dışı ve malvarlığının terki suretiyle konkordato dışında kalan konkordato türlerini ifade etmek üzere kullanılır. Vade veya tenzilat şeklinde olabileceği gibi, iflâstan önce ya da sonra da olabilir (**Kale**, s.5; **Tanrıver – Komiser**, s.18; **Tanrıver/ Deynekli**, s.44). Diğer yandan malvarlığının terki suretiyle konkordatoda İİK m.309/a gereği, alacaklılara, borçlunun malvarlığı üzerinde tasarruf etme veya bu malların tamamı ya da bir kısmını üçüncü kişiye devretme yetkisi verilmektedir. Bu konkordato ile borçludan ticari olarak iyileşmesi değil; tasarruf yetkisinin ortadan kaldırılması ile malvarlığının alacaklılara devredilmesi amaçlanır (bu konuda geniş bilgi için bkz. **Ercan**, s.53 vd.).

⁵⁷ İflâs dışı konkordato, iflâsa tabi olmayan borçlular ile iflâsa tabi olup henüz iflâs etmemiş borçlular bakımından teklif edilen konkordatodur (İİK m.285 vd.) (**Gürdoğan**, s.159; **Ercan**, s.50; **Tanrıver – Komiser**, s.14; **Tanrıver/ Deynekli**, s.42; **Ulukapı**, s.32-33; **Postacıoğlu**, s.154; **Kuru - Konkordato**, s.406). Hem borçlu hem alacaklılar lehinedir. Alacaklıların borçlunun iflâsına oranla daha fazla alacağa kavuşmalarını; borçluların da iflâsın tasfiyesi ve kamu hukuku bakımından sonuçlarının ortadan kalkmasını amaçladığından dolayı lehinedir. İflâs içi konkordato ise, dürtüst bir borçlunun iflâsına karar verildikten sonra yaptığı teklif ve alacaklıların kabulü ve mahkemenin tasdiki ile hüküm doğuran konkordato türüdür (İİK m.309). Konkordato kapsamı dışında kalan alacak kesimi için alacaklılara borç ödemedi aciz belgesi verilmez (**Berkin – Konkordato**, s.117; **Öztek, Selçuk**, İcra ve İflâs Hukukunda Borç Ödemedi Aciz Vesikası, İstanbul 1994, s.9). Karş. Normalde konkordatonun doğurduğu sonuçlardan biri de alacağın kalan kesimi için borç ödemedi aciz vesikası verilmemesidir (**Öztek**, s.9; **Postacıoğlu**, s.126), ancak durum iflâs içi konkordato bakımından farklıdır.

⁵⁸ **Tanrıver – Komiser**, s.25-26. Komiser, borçlu ve alacaklılar arasında bağ ve işçiler ve resmi makamlar gibi diğer katılanlar için de muhataptır (**Tunç-Yücel, Şerh**, s.178).

yerine getireceğinden salt iflas dışı konkordato bakımından konkordato komiserliği kabul edilmiştir. Hukuki statü ve işlevsel açıdan komiser, iflas idarelerinden ziyade, icra ve iflas müdürlerine yaklaşan bir konumdadır⁵⁹.

B. GEÇİCİ VE KESİN MÜHLET BAKIMINDAN KONKORDATO KOMİSERİNİN ÖNEMİ

7101 sayılı Kanun'la değişik İİK m.287'de geçici mühlet ve kesin mühlet olmak üzere iki konkordato mühleti düzenlenmiştir. Geçici ve kesin mühlet, henüz konkordato tasdik edilmeden borçlunun konkordato hükümlerinden yararlanabilmesi imkanını sağlar. Bu iki mühletin birbirinden farkları olmakla birlikte İİK m.288, 1 gereği geçici mühletin kesin mühletin sonuçlarını doğuracağı kabul edilmektedir⁶⁰. Geçici mühlet kararının verilebilmesi için usulüne uygun bir başvurunun yapılmış olması gerekir. Borçlu ve borçlu iflas tabi kişilerden, iflas talebinde bulunabilecek bir alacaklı, yetkili ve görevli asliye ticaret mahkemesine vereceği gerekçeli bir dilekçe ile konkordato mühleti talebinin kabul edilmesini isteyebilecektir (İİK m.285, 1, 2). Ayrıca borçluya geçici mühlet verilebilmesi için İİK m.286'da sayılı belgelerin de başvuru dilekçesi ile birlikte eksiksiz verilmiş olması gerekir. Geçici mühlet kararının verilebilmesi için borçlunun mali durumunun iyileşebilme ihtimali olmalı ve konkordato teklifinin tasdiki mümkün gözükmelidir. Yani başvuru itibarıyla bir iflas tehdidi yoksa geçici mühlet kararının verilmemesi gereklidir⁶¹. Gerekli belgelerle başvuru yapıldıktan sonra asliye ticaret mahkemesi geçici mühlet kararı verip vermeyeceği konusunda bir değerlendirme yapacaktır. İİK m.287 gereği, konkordato talebini alan mahkeme, İİK m.286'daki belgelerin eksiksiz olduğunu görürse geçici mühlet kararı verecektir⁶². Geçici mühlet üç aydır. Mahkeme bu üç aylık süre dolmadan borçlunun veya geçici komiserin yapacağı talep üzerine geçici mühleti en fazla iki ay daha uzatabilir, uzatmayı borçlu talep etmişse geçici komiserin de görüşü alınır. Geçici mühletin toplam süresi beş ayı geçemez (İİK m.287, 4). Konkordato mühletinin verilmesi, çekişmesiz yargı işi olduğundan dolayı (HMK m.382, 2, f.6), basit bir yargılama ile olabildiğince kısa bir sürede dosya üzerinden (gerektiğinde duruşma yapılabilir) kararını verecektir. İİK m.287, 4 gereği, şartların varlığı halinde borçluya üç aylık bir geçici mühlet verilir; bu süre borçlunun veya komiserin talebiyle iki ay daha uzatılabilir. Ayrıca bu karar ilan edilir.

Geçici mühlet talebinin kabulü, geçici komiser görevlendirilmesi, geçici mühletin uzatılması ve tedbirlere ilişkin kararlara karşı kanun yoluna başvurulamaz (İİK m.287, 7).

Geçici komiser, geçici mühlet içerisinde yapacağı incelemenin sonucunda konkordatonun başarıya ulaşmasının mümkün olduğu yönünde bir kanaate varırsa, borçluya kesin mühlet verilmesine ilişkin asliye ticaret mahkemesine bir dilekçe verir. Geçici komiserin kanaati aksi yönde ise, kesin mühlet talebinin reddinin gerektiği de raporla belirtilecektir⁶³. Kesin mühlet hakkında bir karar verilebilmesi için, mahkeme borçluyu ve varsa konkordato talep eden alacaklıyı da duruşmaya davet edecektir. Geçici komiser, duruşmadan önce yazılı raporunu sunduğundan, mahkemece gerekli görülürse, beyanı alınmak üzere duruşmada hazır bulunur. Mahkeme yapacağı değerlendirmede, itiraz eden alacaklıların dilekçelerinde ileri sürdükleri itiraz sebeplerini de dikkate alarak kesin mühlet hakkında bir karar verecektir. (İİK m.289, 1).

⁵⁹ Tanrıver – Komiser, s.130.

⁶⁰ Doktrinde bu durumda, mahkemenin geçici mühleti vererek, kesin mühletin temellerini attığı kabul edilmektedir (Pekcanitez/ Erdönmez, s.22).

⁶¹ Pekcanitez/ Erdönmez, s.11.

⁶² Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.148; Sarısözen, s.55; Muşul – Konkordato, s.363. Ancak bunun için şekli bir denetimle yetinilmemeli; belgelerin varlığının yanında konkordatonun başarıya ulaşma şansının da olup olmadığı göz önünde tutulmalıdır. Yoksa iyileşme imkanı olmayan ve teklifi mahkemece tasdik edilmeyecek borçluların dahi borçlarını ötelemek için bu yola başvurmaları gibi bir sonuçla Kanun'daki imkandan dolayı karşılaşılacaktır (Pekcanitez/ Erdönmez, s.23).

⁶³ Pekcanitez/ Erdönmez, s.40; Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.155.

Konkordatonun başarıya ulaşmasının⁶⁴ mümkün olduğunun anlaşılması hâlinde borçluya bir yıllık kesin mühlet verilir⁶⁵. Bu kararla birlikte mahkeme, yeni bir görevlendirme yapılmasını gerektiren bir durum olmadığı takdirde geçici komiser veya komiserlerin görevine devam etmesine karar verir ve dosyayı komiserlere tevdi eder (İİK m.289, 2). Kesin mühletin pek çok sonucu vardır. Geçici mühlet dışında, kesin mühlet bakımından da komiser atanması ve alacaklılar kurulunun oluşması sonuçlarının da Yönetmelik hükümleri çerçevesinde değerlendirilmesi gereklidir.

C. ATANMASI

1. Geçici Mühlet Bakımından

Geçici mühlet kararının verilmesi ile birlikte asliye ticaret mahkemesi, 7101 sayılı Kanunla hukukumuzda yeni getirilen, konkordatonun başarıya ulaşma şansının olup olmadığını yakından incelemesi ve önerilerde bulunması üzerine bir geçici konkordato komiseri görevlendirilir (HMK m.287, 3). Bu bir takdir hakkı değildir. Kanun gereği, geçici konkordato mühleti ile geçici konkordato komiserinin atanması zorunludur⁶⁶. Bu kapsamda geçici mühlet kararından sonra bir geçici konkordato komiseri atanacağından söz edilmektedir (İİK m.287, 3). Ancak alacaklı sayısı ve alacak miktarı dikkate alınarak gerektiğinde mahkemece üç konkordato komiseri de atanabilir. Alacak sayısı ve alacak miktarının artması konkordato sürecini yürütecek daha yetkin kişilerin olmasını gerekli kıldığından dolayı birden fazla komiserin bilgi ve tecrübelerinden yararlanılması yoluna gidilebilecektir.

Borçlunun var olan malvarlığı, konkordato masrafı ve komiserin ücretini karşılayabilecek nitelikte olmalıdır. Borçlunun mali durumu bunu dahi karşılayacak nitelikte değilse geçici komiser atanması yerine konkordato talebi başarıya ulaşma amacının varlığından söz edilemeyeceğinden dolayı reddedilmelidir⁶⁷.

Geçici konkordato komiseri, geçici mühlet süresince görevine devam eder. Ancak yeni bir görevlendirme yapılmasını gerektirecek bir sebep olmadığında, mahkemece kesin mühlet süresince de geçici komiserin görevine devam edeceği yönünde karar verilebilir (İİK m.289, 3). Bu nedenle alacaklılar ve borçlu bakımından kimlerin geçici komiser olarak atanacağı hususu önemlidir⁶⁸. Asliye ticaret mahkemesi geçici komiserin atanması sırasında bu nedenlerle “Konkordato Komiserinin Niteliklerine ve Alacaklılar Kurulunun Zorunlu Olarak Oluşturulmasına Dair Yönetmelik” hükümleri çerçevesinde bir belirleme yapacaktır.

2. Kesin Mühlet Bakımından

Asliye ticaret mahkemesi, geçici mühlet süresi içerisinde yapacağı incelemede, konkordatonun başarıya ulaşma ihtimaline binaen kesin mühlet verecek olursa (İİK m.289, 2), bu kararıyla birlikte geçici mühlette olduğu gibi, bir konkordato komiseri görevlendirir. Geçici mühlette olduğu gibi, kesin mühlet açısından da bu bir zorunluluktur, mahkemenin takdirine bağlı bir husus değildir⁶⁹. Kural olarak geçici mühlette görevlendirilen geçici komiser, kesin mühlette de görevlendirilir; ancak bu başka bir komiserin görevlendirilemeyeceği anlamına da

⁶⁴ “Konkordatonun başarı şansı” kavramı bakımından bkz. **Budak/ Tunç-Yücel, Şerh**, s.154; **Sarısözen**, s.56.

⁶⁵ Bunun için borçlu, alacaklı ya da geçici komiserin talebine gerek olmadığı yönünde bkz. **Budak/ Tunç-Yücel, Şerh**, s.165. Ayrıca mahkemenin kesin mühlet hakkındaki kararı, geçici mühletteki gibi şekli değil, esas bakımından yapılacak incelemeye göre verilir. Bu aşamada geçici komiserin raporunun da ayrı bir önemi vardır (**Budak/ Tunç-Yücel, Şerh**, s.166-167).

⁶⁶ **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.35.

⁶⁷ **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.36.

⁶⁸ **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.37.

⁶⁹ **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.69.

gelmemektedir. Mahkeme, geçici komiserin görevini gereği gibi yerine getirmedikçe kanaat ederse bu durumda kesin mühlet bakımından yeni bir komiser görevlendirmesi de yapılabilir⁷⁰.

D. ÖZELLİKLERİ

Yönetmelik hükümleri çerçevesinde konkordato komiseri (geçici ya da kesin mühlete ilişkin) olarak görevlendirilecek kişinin bazı özellikler taşıması gereklidir (30439 s. Yön. m.4). Bu şartlar şunlardır:

- Türk vatandaşı olan,
- Tam ehliyetli olan,
- En az dört yıllık lisans eğitimi veren fakültelerden veya bunlara denkliği Yükseköğretim Kurulu tarafından kabul edilen yurtiçindeki veya yurtdışındaki öğretim kurumlarından mezun olan ve beş yıldan az olmamak üzere mesleki tecrübeye sahip bulunan,
- İflas etmemiş olan,
- Son üç yıl içinde görevin gerektirdiği özen yükümlülüğüne uymadığından dolayı konkordato komiserliği görevine son verilmemiş olan,
- Görevlendirildiği tarih itibarıyla disiplin yönünden meslekten veya memuriyetten çıkarılmamış ya da sanat icrasından veya mesleki faaliyetten yasaklanmamış olan,
- Kamu hizmetinden yasaklı olmayan,
- Fiilen yürütmekte olduğu mesleğinin ilgili mevzuatında, konkordato komiserliğini yürütmesine engel bir hüküm bulunmayan,
- 26/9/2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununun 53 üncü maddesinde belirtilen süreler geçmiş olsa bile; kasten işlenen bir suçtan dolayı bir yıldan fazla süreyle hapis cezasına ya da affa uğramış olsa bile devletin güvenliğine karşı suçlar, Anayasal düzene ve bu düzenin işleyişine karşı suçlar ile zimmet, irtikâp, rüşvet, hırsızlık, dolandırıcılık, sahtecilik, güveni kötüye kullanma, hileli iflas, ihaleye fesat karıştırma, edimin ifasına fesat karıştırma, suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama veya kaçakçılık, gerçeğe aykırı bilirkişilik veya tercümanlık yapma, yalan tanıklık ve yalan yere yemin suçlarından mahkûm olmayan,
- Terör örgütleriyle iltisaklı veya irtibatlı olmayan her gerçek kişi geçici komiser olarak görevlendirilebilir.

Geçici konkordato komiseri olarak üç kişi görevlendirilecekse, seçilecek komiserlerden birinin hukukçu ve birinin de yeminli mali müşavir olması tercih edilir (30439 s. Yön. m.4, 2). Doktrinde, Yönetmelik ile bu şekilde bir düzenleme yapılması yerine, üç kişilik komiser heyetinin kimlerden oluşacağının hâkimin takdirine bırakılmasının daha yerinde olacağı ifade edilmiştir⁷¹. Bu eleştiri haklı olarak yapılmıştır. Çünkü bazı borçluların daha uzmanlık gerektiren alanlarda çalıştıkları da kabul edilecek olursa, o sektörden birinin ya da işin uzmanının seçiliyor olması daha yerinde bir tercih olabilirdi⁷².

E. YASAKLILIĞI VE KAÇINMA SEBEPLERİ

Konkordato komiserinin bazı durumlarda yürütmekte olduğu konkordato görevlendirmesini sonlandırması gereklidir. Yönetmelik kapsamında “yasaklılık sebepleri ve yasak işler” başlığı altında ifade edilen durumlarla karşılaştığında komiserin mahkemeye haber vermesi ve mahkemenin de bu konuda karar vererek komiserin görevini sonlandırması kabul edilmiştir (30439 s. Yön. m.5). Bu kapsamda komiser;

- Kendisinin,
- Karı veya kocasının, nişanlısının yahut kan ve kayın alt ve üstsoyunun veya üçüncü derece dâhil olmak üzere bu dereceye kadar olan kan ve kayın hısımlarının,

⁷⁰ Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.168; Sarısözen, s.62.

⁷¹ Pekcanitez/ Erdönmez, s.37.

⁷² Pekcanitez/ Erdönmez, s.37.

• Kanuni temsilcisi veya vekili, çalışanı, kayyımı ya da yasal danışmanı bulunduğu bir şahsın, menfaati olan işleri göremez. Bu durumda derhal görevlendirmeyi yapan asliye ticaret mahkemesine haber vermek zorundadır. Mahkeme tarafından da eğer müracaat yerinde görülürse komiserin görevine son verilir. Kendisinin ve yakınlarının işini görme yasağı olan komiser buna rağmen yasak işi yapacak olursa, bunun kendiliğinden hükümsüz olduğu sonucuna varılamaz (İİK m.10'dan kıyasen). Komiserin bu yasaklılığa rağmen yaptığı işlemin şikâyet yoluyla, asliye ticaret mahkemesinden iptali gereklidir⁷³ (İİK m.16, 7001 s. K atfı ile İİK m.290, 2 ve 3; 30439 s. Yön. m.5, 1). Yani söz konusu komiserin işlemi mutlak butlanla değil, nispi butlanla sakatlanır⁷⁴.

30439 s. Yön. m.5, 2 gereği, konkordato komiseri, görevi kapsamında kendisi veya başkaları hesabına sözleşme yapamaz, yaparsa hükümsüzdür. Konkordato komiserinin ekonomik ve hukuki yönden konkordato taraflarından bağımsız olursa bu durumu koruyabileceği kabul edilmektedir. Bunun da İİK m.11'in kıyasen komiserler hakkında da uygulanması ile sağlanabileceği kabul edilmektedir⁷⁵. Komiser, alacaklıların vekili olarak konkordatoyu kabul ya da red edemez; borçluya ait malları konu edinen satım, kira gibi sözleşmeleri kendi ya da başkaları hesabına yapamaz; konkordato kapsamında yer alan bir alacağı temellük edemez. Zira bu hususlar görevinin niteliği ile de bağdaşmaz⁷⁶. Bu şekilde yapılan işlemlerin düzenleme gereği hükümsüz olmasından kasıt, mutlak butlanla hükümsüzlüktür. Yani işlem baştan itibaren geçersiz olacak ve tarafların rıza göstermesi işleme geçerlilik kazandırmayacaktır. Bunun salt bir tespit işlemi ile ortaya konulması gerekir. Bunu herkes, hatta komiserin kendisi dahi ileri sürebilir. Burada mahkemenin tespiti, şikâyet yoluyla, herhangi bir süreye bağlı olunmaksızın gerçekleşecektir⁷⁷. Komiserin bu işlemleri üçüncü kişi aracılığıyla yaptırması halinde de aynı yaptırım söz konusu olacaktır. Ayrıca bir kişinin eş zamanlı olarak beşten fazla dosyada geçici komiser ve komiser olması da yasaklanmıştır (30439 s. Yön. m.4, 3).

Görüldüğü üzere komiserin yasaklılığı hali Yönetmelik ile düzenlenmektedir. Ancak taraflara (ilgililere) komiseri red hakkı tanınmamıştır⁷⁸. Ancak yaptıkları işlemlere karşı şikâyet yoluna başvurulması, bu red olanağının tanınmamasından doğan eksiklikleri giderir niteliktedir. Yani taraflar tanınan şikâyet imkanı ile konkordato komiserinin işlemlerinin iptalini sağlayabilirler. Taraflara red hakkı tanınmamakla birlikte konkordato komiserinin komiserlikten kaçınması ve ayrılması bazı şartlarda kabul edilmiştir. Bu kişilerden biri olan konkordato komiseri, komiserlik görevini kabul etmekten kaçınabilme imkanına sahiptir. 30439 s. Yön. m.6 kapsamında:

- Bedensel engelleri veya sürekli hastalıkları sebebiyle bu görevi yapmakta güçlük çekecek olanlar,
 - Uhdesinde birden fazla konkordato komiserliği görevi bulunanlar,
 - Mahkemece kabul edilecek başkaca bir mazereti bulunanlar,
- komiserlik görevini kabul etmekten kaçınabilirler.

Ayrıca konkordato komiseri de haklı bir mazeretin ortaya çıkması halinde görevden ayrılmayı beş gün içinde talep edebilir. Mazeretin kabulü mahkemenin takdirine bağlıdır. Mazeret kabul edilirse, komiserin görevi sona erer ve ihtiyaca göre yeni bir komiser görevlendirmesi yapılabilir (30439 s. Yön. m.6, 2).

F. GÖREVLERİ

⁷³ Benzer yönde bkz. **Tanrıver – Komiser**, s.152.

⁷⁴ **Tanrıver – Komiser**, s.153.

⁷⁵ **Tanrıver – Komiser**, s.150.

⁷⁶ **Tanrıver – Komiser**, s.150.

⁷⁷ **Tanrıver – Komiser**, s.151.

⁷⁸ **Tanrıver – Komiser**, s.153. Ancak asliye ticaret mahkemesine başvurularak azlinin sağlanabileceği önerisi için bkz. **Tanrıver – Komiser**, s.153. Ayrıca alacaklılar kurulu da, komiserin faaliyetlerini yeterli görmediği takdirde, komiserin değiştirilmesini asliye ticaret mahkemesinden gerekçeli bir raporla talep edebilir (İİK m.290, 7; 30439 s. Yön. m.12, 2).

1. Geçici Komiserin Görevleri

Geçici komiserin temel görevi, konkordatonun başarıya ulaşmasının mümkün olup olmadığını geçici mühlet içerisinde incelemek ve alacaklıların menfaatlerinin bu dönem içerisinde zarara uğramasına engel olmaktır⁷⁹. Geçici komiser atandıktan sonra borçlunun malvarlığı durumunu, mühlet boyunca oluşabilecek olası gelişmeleri tespit etmeli, konkordato başvurusunun kabul edilme şartlarının olup olmadığını ve böyle bir ihtimalde muhtemel risklerin neler olduğunu değerlendirmelidir; bu konuda mahkemeye sunacağı raporla, işletmenin faaliyetine devam edip etmeyeceğine karar verilmeli ve borçlunun malvarlığında meydana gelebilecek muhtemel eksilmelere sebep davranışlarına da engel olunmalıdır⁸⁰.

2. Kesin Mühlet Bakımından Komiserin Görevleri

Geçici komiser, bu kesin mühlete hazırlık aşamasına ilişkin temel görevi yanında, İİK m.287, 3'ün İİK m.290'a yaptığı atıftan hareketle, kesin mühlet içerisindeki görevlerini de kesin komiser sıfatıyla (ki yerine başka bir komiser atanmamışsa) yerine getirecektir. İcra ve İflas Kanununda komiserlere pek çok önemli görev verilmiştir. Bu kapsamda 7001 sayılı Kanun'la değişik 2004 sayılı İİK m. 290 gereği,

Dosyayı teslim alan komiser kesin mühlet içinde, konkordatonun tasdikine yönelik işlemleri tamamlayarak dosyayı raporuyla birlikte mahkemeye iade eder.

Komiserin görevleri şunlardır:

- Konkordato projesinin tamamlanmasına katkıda bulunmak.
- Borçlunun faaliyetlerine nezaret etmek.
- Bu kanunda verilen görevleri yapmak.
- Mahkemenin istediği konularda ve uygun göreceği sürelerde ara raporlar sunmak.
- Alacaklılar kurulunu konkordatonun seyri hakkında düzenli aralıklarla bilgilendirmek.
- Talepte bulunan diğer alacaklılara konkordatonun seyri ve borçlunun güncel malî durumu hakkında bilgi vermek.
- Mahkeme tarafından verilen diğer görevleri yerine getirmek.

Mesela başka örnekler, borçlunun malvarlığının defterini tutmak ve kıymet takdiri yapmak (İİK m.298, 1); ilan ile alacaklıları alacaklarını bildirmeye davet etmek (İİK m.299); bildirilen alacaklar bakımından rapor hazırlamak (İİK m.290, 1, d; m.300, c.2); projeyi görüşmek üzere alacaklıları toplantıya çağırarak (İİK m.301); toplantıya başkanlık etmek ve rapor sunmak (İİK m.302, 1) gibi kanun gereği öngörülen görevleri mevcuttur.

Bu kapsamda borçlunun faaliyetlerine nezaret etmek geçici komiserin göreviyken; alacaklılar kurulunu görevlendirmek sadece kesin mühletten sonra atanan komiserin üzerine düşen bir görevdir. Çünkü alacaklılar kurulu kesin mühlet kararıyla birlikte atanmaktadır (İİK m.289, 3).

Ayrıca 30439 s. Yön. m.8 gereği, komiserin gerekli faaliyeti yürütebilmek adına bazı yetkileri de vardır. Konkordato komiseri görevi kapsamında ihtiyaç duyduğu bilgi ve belgeleri, özel ve kamu kurum ve kuruluşları ile ilgililerden talep edebilir, doğrudan yazışma yapabilir ve iletişim kurabilir.

Görüldüğü üzere konkordato komiseri, konkordato prosedürünün en etkili organı olarak görev yapmaktadır⁸¹. Borçlu ve alacaklılar arasındaki bağı kurduğu kabul edilmektedir⁸². Bu nedenle komiserin atanması, kanunda açıkça ifadesi olmamakla birlikte kesin mühletin de en önemli sonuçlarından biridir.

⁷⁹ Pekcanitez/ Erdönmez, s.39.

⁸⁰ Pekcanitez/ Erdönmez, s.39.

⁸¹ Pekcanitez/ Erdönmez, s.71.

⁸² Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.178.

G. YÜKÜMLÜLÜKLERİ⁸³

30439 s. Yön. m.7 gereği konkordato komiserinin yükümlülükleri düzenlenmiştir. Buna göre, konkordato komiseri 2004 sayılı Kanunda belirtilen görevlerini yerine getirirken aşağıdaki yükümlülüklerle uymak zorundadır:

- Görevini kanun, yönetmelik ve dürüstlük kuralları çerçevesinde tarafsız, objektif ve özenle yerine getirmek.
- Kendisine tevdi olunan görevi bizzat yerine getirmek.
- Görevi sebebiyle öğrendiği sırların gizliliğini sağlamak ve korumak.
- Görevi sırasında elde ettiği bilgileri, kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler yararına doğrudan veya dolaylı bir menfaat elde etmek için kullanmamak.
- Görev, unvan ve yetkilerini kullanarak kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler lehine menfaat sağlamamak, hediye kabul etmemek ve aracılıkta bulunmamak.

Görevi sebebiyle öğrendiği sırların gizliliğini sağlamak ve korumak, görevi sırasında elde ettiği bilgileri, kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler yararına doğrudan veya dolaylı bir menfaat elde etmek için kullanmamak ve ayrıca görev, unvan ve yetkilerini kullanarak kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler lehine menfaat sağlamamak, hediye kabul etmemek ve aracılıkta bulunmamak şeklindeki yükümlülükleri komiserlik görevi sona erdikten sonra da devam eder (30439 s. Yön. m.7, 2).

Bu yükümlülüklerle aykırı davranan komiserin görevine mahkemece son verilir. Bu durum derhal bilirkişilik bölge kuruluna⁸⁴ ve ayrıca eylemin suç oluşturması halinde Cumhuriyet başsavcılığına bildirilir (30439 s. Yön. m.7, 3).

III. ALACAKLILAR KURULUNUN KONKORDATO BAĞLAMINDA ÖNEMİ

A. OLUŞTURULMASI

Kesin mühlet ile birlikte alacaklılar kurulunun oluşturulması durumu ortaya çıkar. Asliye ticaret mahkemesince, kesin mühlet kararıyla birlikte veya kesin mühlet içerisinde uygun görülecek bir zamanda (en geç 2004 sayılı Kanunun 299 uncu maddesi uyarınca alacaklıların alacaklarını bildirmesi ve aynı Kanunun 300 üncü maddesi gereğince borçlunun alacaklılar hakkındaki beyanı alındıktan sonra), yedi alacaklıyı geçmemek, herhangi bir ücret takdir edilmemek ve tek sayıda kalmak kaydıyla konkordato komiserinin görüşü de alınarak alacaklılar kurulu oluşturulabilir (İİK m.289, 4; 30439 s. Yön. m.10, 1). Bu kurumun kabul edilmesindeki temel amaç, alacaklıların haklarının kabul edilmesi ve alacaklıların konkordato sürecindeki konumunun güçlendirilmesidir⁸⁵. Bunun için alacaklı, hukuki nitelik itibarıyla birbirinden farklı olan alacaklı sınıfları ve varsa rehinli alacaklıların hakkaniyete uygun bir şekilde temsil edilmeleri gerektiği kabul edilmiştir (30439 s. Yön. m.10, 2).

Kural olarak alacaklılar kurulunun oluşturulması mahkemenin takdirine bağlıdır. Ancak İİK m.289, 4 gereği bazı durumlarda alacaklılar kurulunun oluşturulması zorunludur⁸⁶. Buna göre, en az üç alacaklı sınıfı bulunması kaydıyla, alacaklı sayısının iki yüz elliye veya alacak miktarının yüz milyon Türk Lirasını aşması halinde alacaklılar kurulunun oluşturulması zorunludur (30439 s. Yön. m.11, 2). Kurulda yer alacak alacaklıları seçmek hâkimin takdirinde olmakla birlikte,

⁸³ Yönetmelikte belirtilmemekle birlikte konkordato komiserinin yükümlülükleri yanında hakları da mevcuttur. Komiserin ücret alma hakkı vardır. 30439 sayılı, 02.06.2018 tarihli “**Konkordato Gider Avansı Tarifesi**”, konkordato talep edilirken yatırılması gereken avansın miktar ve değerini belirlediğinden, bu tarife gereği, alınan gider avansı konkordato komiser ücretini de kapsamaktadır (30439 s. Tarife m.3). İİK m.285, 4 gereği de konkordato talep eden, konkordato gider avansını yatırmaya mecburdur. Diğer yandan komiserin görevinden istifa hakkı vardır. Yerine başkası görevlendirilinceye kadar görevini yürütmelidir. Bu konuda ayrıntılı bilgi için bkz. **Tanrıver – Komiser**, s.140-148.

⁸⁴ Bu kurul tarafından tutulan sicil hakkında bkz. 30439 s. Yön. m.9.

⁸⁵ **Pekcanitez/ Erdönmez**, s.80

⁸⁶ **Muşul – Konkordato**, s.376

oluşturulacak kurulda farklı alacak sınıflarının ve varsa rehinli alacaklıların bulunması gereklidir. Doktrinde rehinli alacaklar lehine çözüm getirildiği kabul edilmektedir⁸⁷. Yönetmelik gereği de bu durumu destekleyen bir düzenleme yapılmıştır. Buna göre, alacak sınıflandırılması bakımından, hukuki nitelikleri büyük ölçüde birbirine benzer alacakların, aynı alacaklı sınıfında yer alması ve rehinli alacaklıların, rehinin kıymetini karşılayan miktardaki alacakları bakımından ayrı bir sınıf olarak kabul edilmesi gerektiği yönünde bir düzenleme yapılmıştır.

B. GÖREVLERİ

Alacaklılar kurulunun görev alanının belirlenmesi noktasında komiser ile olan durumuna göre bir belirleme yapılması gerekir. Alacaklılar kurulu, komiserin faaliyetlerine nezaret eder; komisere tavsiyelerde bulunabilir ve kanunun öngördüğü hâllerde mahkemeye görüş bildirir (İİK m.290, 7; 30439 s. Yön. m.12, 1). Yani diğer bir deyişle kurul, süreç boyunca konkordato komiserini denetlemek, desteklemek ve ona tavsiyelerde bulunmakla yükümlüdür⁸⁸. Komiser, gerekirse alacaklılar kurulunun tavsiyesinden farklı yönde kararlar da verebilir⁸⁹. Denetim organı olması gereği, komisere talimat verme, onun işlemlerini red etme yetkisi bulunmamaktadır⁹⁰. Ancak komiserin değiştirilmesini ticaret mahkemesinden isteyebilir (İİK m.290, 7; 30439 s. Yön. m.12, 2). Komiserin faaliyetlerini yeterli görmediği takdirde, komiserin değiştirilmesini asliye ticaret mahkemesinden gerekçeli bir raporla talep edebilir. Mahkeme bu talep hakkında borçluyu ve komiseri dinledikten sonra kesin olarak karar verir (30439 s. Yön. m.12, 2, c.2). Ancak mahkeme bu isteme rağmen komiseri değiştirmeyebilir⁹¹.

Alacaklılar kurulu bakımından diğer önemli husus, Kanun'da sayılı bazı hallerde mahkeme, alacaklılar kurulunun görüşünü almak zorundadır⁹². Kesin mühletin kaldırılarak borçlunun iflasına karar verilmeden önce, mahkemenin mutlaka alacaklılar kurulunu dinlemek zorunda olması (İİK m.292, 3) buna örnek olarak gösterilebilir.

Alacaklılar kurulu her ay en az bir kere toplanır. Alacaklılar kurulunun aylık olağan toplantıları komiser tarafından belirlenerek bildirilen gün ve yerde yapılır. Alacaklılar kurulu ayrıca üyelerinin salt çoğunluğunun talebi üzerine her zaman toplanabilir. Bu halde, yapılacak toplantıların komisere bildirilmesi zorunludur. Alacaklılar kurulu toplantıda hazır bulunanların oy çokluğuyla karar alır. Kullanılacak oy bakımından, alacağın miktar ve ürünün bir belirleyiciliği söz konusu değildir. Komiser toplantılarda hazır bulunarak alınan kararları toplantıya katılanların imzasını almak suretiyle tutanağa bağlar (30439 s. Yön. m.13; İİK m.289, 4, c.5).

IV. ÖNERİLER

- Yönetmelikle birlikte konkordato komiserinin özellikleri bağlamında son dönemlerde sıklıkla verilen konkordato komiserliği eğitimi hakkında da bir hüküm getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda özellikle hukukçu olarak konkordato komiseri olmak isteyen komiser adayları için bu eğitim şartının aranmaması yönünde bir hüküm eklenmesi gerektiği kanaatindeyiz.
- Konkordato komiserinin üç kişi olarak görevlendirilmesi ve görevlendirilecek komiserlerden birinin hukukçu birinin de yeminli mali müşavir olması yönündeki hükmün değiştirilerek, bunların hâkim tarafından takdir edilmesi (başka uzmanlık alanından olanlara ihtiyaç duyulabilir) gerektiği kanaatindeyiz. Böylece Yönetmelikle bir sınırlamaya tabi tutulmaksızın seçilecek daha farklı alandan komiserlerle birlikte konkordatonun başarıya ulaşabilme amacına daha fazla hizmet edilebileceği kanaatindeyiz.

⁸⁷ Pekcanitez/ Erdönmez, s.80.

⁸⁸ Pekcanitez/ Erdönmez, s.83.

⁸⁹ Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.186.

⁹⁰ Pekcanitez/ Erdönmez, s.83.

⁹¹ Budak/ Tunç-Yücel, Şerh, s.186.

⁹² Pekcanitez/ Erdönmez, s.81.

- Yasak işler kapsamında yapılacak işlemlerin “hükümsüz” olduğuna ilişkin hükme açıklık getirilmesi ve buna bağlı sonuçların neler olduğunun yazılması gerektiği kanaatindeyiz.
- Yönetmelik çerçevesinde komiserin yükümlülüklerine aykırı davranması halinde hukuki ve cezai sorumluluğunun ne şekilde olacağına ilişkin açık bir düzenleme yapılması gerektiği kanaatindeyiz.
- Uygulamada henüz nereden atanacağı belli olmayan konkordato komiserine ilişkin Yönetmelikle getirilen sicile ilişkin düzenleme ile de bu belirsizliğin giderilmiş olduğunu ifade edebiliriz.

V. KAYNAKÇA

- Altay, Sümer. (2005). Konkordato ve Yeniden Yapılanma Hukuku, C.1. İstanbul.
- Ansay, Sabri Şakir. (1956). Hukuk İcra ve İflâs Usulleri, Genişletilmiş, Düzeltilmiş 4.B. Ankara.
- Aydemir, Efrail/ Çağlar, Türkan. (2010). İflasın Ertelenmesi ve Konkordato. Ankara.
- Berkin, Necmeddin M. (1949). İflâs Hukukunda Konkordato. İstanbul. (Berkin – Konkordato).
- Berkin, Necmeddin M. (1949/4). Konkordato Akti ve Konkordatonun Hukuki Mahiyeti. İBD. (s.193-213). (Berkin – Konkordato Akti).
- Berkin, Necmeddin M. (1972). İflâs Hukuku. İstanbul. (Berkin – İflâs).
- Bilgen, Mahmut.(2010). İflâsın Ertelemesi, Konkordato, Sıra Cetveli, İhalenin Feshi, Yeniden Gözden Geçirilip Genişletilmiş 2.B. Ankara.
- Böhle-Stramschrader, A./ Kilger, Joachim. (1986). Vergleichsordnung, 11.Aufl. München.
- Deliduman, Seyithan. (2004/3). Malvarlığının Terki Suretiyle Konkordato. İBD. S.1032 vd.
- Ercan, İbrahim. (2008). İcra ve İflas Hukukunda Malvarlığının Terki Suretiyle Konkordato. Konya.
- Eriş, Gönen. (1991). Uygulamalı İflâs ve Konkordato Hukuku. Ankara.
- Ermenek, İbrahim. (2010). İflâsın Ertelenmesi, Genişletilmiş 2.B. Ankara.
- Eskiocak, Ali/ Altay, Sümer. (2017). Modern İflâs Hukuku Açısından Konkordato ve Yeniden Yapılanma, 3.B. İstanbul.
- Gürdoğan, Burhan. (1966). İflâs Hukuku Dersleri, İflâs, Konkordato, İptal Davaları. Ankara.
- Kale, Serdar. (2017). Sorularla Konkordato (İflas Dışı ve İflas İçerikli Konkordato). İstanbul.
- Kumkale, Rüknettin. (2018). Konkordato. Ankara.
- Kuru, Baki. (1988). İflas ve Konkordato Hukuku, 2.B. İstanbul. (Kuru – Konkordato).
- Kuru, Baki. (2013). İcra ve İflas Hukuku, El Kitabı, Tamamen Yeniden Yazılmış ve Genişletilmiş 2.B. Ankara. (Kuru – El Kitabı).
- Lüke, Wolfgang. (1986). Die Persönliche Haftung des Konkursverwalters. München.
- Mohrbutter, Jürgen/ Mohrbutter, Harro. (1989). Handbuch der Konkours- und Vergleichsverwaltung, 6. Neubearbeitete und erweiterte Auflage. Köln, Berlin, Bonn, München.
- Muşul, Timuçin. (2010). İflâsın Ertelenmesi, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 2.B. İstanbul. (Muşul – Erteleme).
- Muşul, Timuçin. (2018). 28.02.2018 tarih ve 7101 sayılı Kanunla İcra ve İflas Kanunu'nda yapılan yeni düzenlemeye göre; İflâs ve Konkordato Hukuku, Uzlaşma Yoluyla Yeniden Yapılandırma, 1.B. İstanbul. (Muşul – Konkordato).
- Özkan, Hasan. (2014). Açıklamalı – İtihatlı İcra ve İflas Davaları ve Tatbikatı Konkordato, İstanbul 2014.
- Özcan, Hüseyin. (1980). Ansiklopedik Hukuk Sözlüğü, 5.B. Ankara.
- Öztek, Selçuk. (1994). İcra ve İflâs Hukukunda Borç Ödemeden Aciz Vesikası. İstanbul.
- Öztek, Selçuk/ Budak, Ali Cem/ Tuğ-Yücel, Müjgan/ Kale, Serdar/ Yeşilova, Bilgehan. (2018). Yeni Konkordato Hukuku, 7101 sayılı Kanunla değişik İcra ve İflas Kanunu m.285-309 Şerhi. Ankara⁹³.

⁹³ Kitabın kısaltmalarında her bir yazarın yazdığı bölümü ifade etmek üzere ayrı ayrı atıf yapılması tercih edilmiştir. Bkz. **Budak/ Tuğ-Yücel, Şerh**, s.145 vd. gibi.

- Pagenstecher, Max. (1950). Der Konkurs. 2.Aufl. München und Berlin.
- Pekcanitez, Hakan/ Atalay, Oğuz/ Sungurtekin-Özkan, Meral/ Özekes, Muhammet. (2017). İcra İflâs Hukuku, Ders Kitabı. 4.B. İstanbul.
- Postacıoğlu, İlhan E. (1965). Konkordato (538 Sayılı Kanun Hükümleri Göz Önünde Tutularak Yazılmıştır.). Ankara.
- Sarisözen, Serhat. (2018). 7101 Sayılı Kanun Kapsamında İcra İflas Ve Konkordato Hukukundaki Yenilikler. Ankara.
- Tanrıver, Süha. (1993). Konkordato Komiseri, Ankara. (Tanrıver – Komiser).
- Tanrıver, Süha. (2004). 4949 Sayılı İcra ve İflas Kanunu'nda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun'un Adî Konkordato İle İlgili Hükümlerde Getirmiş Olduğu Değişikliklerin Tespiti Ve Değerlendirilmesi. TBBD, S.51, Y. 2004. (s.67-90). (Tanrıver – Adî Konkordato).
- Tanrıver, Süha/ Deynekli, Adnan. (1996). Konkordatonun Tasdiki, Ankara.
- Uhlenbruck, Wilhelm/ Delhaes, Karl. (1990). HRP, Konkurs- und Vergleichsverfahren. 5.Aufl. München.
- Ulukapı, Ömer. (1998). Konkordatonun Feshi. Konya.
- Üstündağ, Saim. (2007). İflâs Hukuku (İflâs, Konkordato, İptal Davaları). Gözden Geçirilmiş ve Yenilenmiş 7.B. İstanbul.
- Yılmaz, Ejder. (2011). Hukuk Sözlüğü. Yenilenmiş 10.B. Ankara.
- Yılmaz, Ejder. (1995/8). İflâs ve Konkordato Uygulamasıyla İlgili Bazı Sorunlar Üzerine Düşünceler. TBBD. S.1. (s.92-109).
- Zimmermann, Walter. (1986). Konkurs, Vergleichsverfahren, Zwangsversteigerungs-gesetz, Zivilprozessrechts III. Heidelberg.
- http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5ae99112cd5456.97976607

YÖNETMELİK

Adalet Bakanlığından:

KONKORDATO KOMİSERİNİN NİTELİKLERİNE VE ALACAKLILAR KURULUNUN ZORUNLU OLARAK OLUŞTURULMASINA

DAİR YÖNETMELİK

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam ve Dayanak

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; 9/6/1932 tarihli ve 2004 sayılı İcra ve İflas Kanunu hükümleri uyarınca görevlendirilecek konkordato komiserinin nitelikleri ile alacaklı sayısı, alacak miktarı ve alacakların çeşitliliği dikkate alınarak alacaklılar kurulunun zorunlu olarak oluşturulacağı haller ve alacaklılar kuruluna dair diğer hususlara ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, 2004 sayılı Kanun hükümlerine göre görevlendirilecek konkordato komiserinin nitelikleri ile alacaklılar kurulunun zorunlu olarak oluşturulacağı haller ve alacaklılar kuruluna dair diğer hususları kapsar.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik, 2004 sayılı Kanunun 289 uncu maddesinin dördüncü fıkrası ile 290 ıncı maddesinin altıncı fıkrasına dayanılarak hazırlanmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

Konkordato Komiseri

Konkordato komiserinin nitelikleri

MADDE 4 – (1) Konkordato komiseri olarak görevlendirilecek kişilerde aşağıdaki nitelikler aranır:

a) Türk vatandaşı olmak.

- b) Tam ehliyetli olmak.
- c) En az dört yıllık lisans eğitimi veren fakültelerden veya bunlara denkliği Yükseköğretim Kurulu tarafından kabul edilen yurtiçindeki veya yurtdışındaki öğretim kurumlarından mezun olmak ve beş yıldan az olmamak üzere mesleki tecrübeye sahip bulunmak.
- ç) İflas etmemiş olmak.
- d) Son üç yıl içinde görevin gerektirdiği özen yükümlülüğüne uymadığından dolayı konkordato komiserliği görevine son verilmemiş olmak.
- e) Görevlendirildiği tarih itibarıyla disiplin yönünden meslekten veya memuriyetten çıkarılmamış ya da sanat icrasından veya mesleki faaliyetten yasaklanmamış olmak.
- f) Kamu hizmetinden yasaklı olmamak.
- g) Fiilen yürütmekte olduğu mesleğinin ilgili mevzuatında, konkordato komiserliğini yürütmesine engel bir hüküm bulunmamak.
- ğ) 26/9/2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununun 53 üncü maddesinde belirtilen süreler geçmiş olsa bile; kasten işlenen bir suçtan dolayı bir yıldan fazla süreyle hapis cezasına ya da affa uğramış olsa bile devletin güvenliğine karşı suçlar, Anayasal düzene ve bu düzenin işleyişine karşı suçlar ile zimmet, irtikâp, rüşvet, hırsızlık, dolandırıcılık, sahtecilik, güveni kötüye kullanma, hileli iflas, ihaleye fesat karıştırma, edimin ifasına fesat karıştırma, suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama veya kaçakçılık, gerçeğe aykırı bilirkişilik veya tercümanlık yapma, yalan tanıklık ve yalan yere yemin suçlarından mahkûm olmamak.
- h) Terör örgütleriyle iltisaklı veya irtibatlı olmamak.
- (2) Konkordato komiseri olarak üç kişinin görevlendirilmesi halinde, seçilecek komiserlerden birinin hukukçu ve birinin de yeminli mali müşavir olması tercih edilir.
- (3) Bir kişi eş zamanlı olarak beşten fazla dosyada geçici komiser ve komiser olarak görev yapamaz.
- Konkordato komiserinin yasaklılık sebepleri ve yasak işler
- MADDE 5 – (1) Konkordato komiseri;
- a) Kendisinin,
- b) Karı veya kocasının, nişanlısının yahut kan ve kayın alt ve üstsoyunun veya üçüncü derece dâhil olmak üzere bu dereceye kadar olan kan ve kayın hısımlarının,
- c) Kanuni temsilcisi veya vekili, çalışanı, kayyımı ya da yasal danışmanı bulunduğu bir şahsın, menfaati olan işleri göremeyip derhal görevlendirmeyi yapan asliye ticaret mahkemesine haber vermek zorundadır. Mahkeme tarafından müracaat yerinde görülürse komiserin görevine son verilir.
- (2) Konkordato komiseri, görevi kapsamında kendisi veya başkaları hesabına sözleşme yapamaz, yaparsa hükümsüzdür.
- Konkordato komiserliğinden kaçınma ve ayrılma sebepleri
- MADDE 6 – (1) Aşağıdaki kişiler konkordato komiserliği görevini kabul etmekten kaçınabilirler:
- a) Bedensel engelleri veya sürekli hastalıkları sebebiyle bu görevi yapmakta güçlük çekecek olanlar.
- b) Uhdesinde birden fazla konkordato komiserliği görevi bulunanlar.
- c) Mahkemece kabul edilecek başkaca bir mazereti bulunanlar.
- (2) Konkordato komiseri haklı bir mazeretin ortaya çıkması halinde görevden ayrılmayı beş gün içinde talep edebilir. Mazeretin kabulü mahkemenin takdirine bağlıdır.
- Konkordato komiserinin yükümlülükleri
- MADDE 7 – (1) Konkordato komiseri 2004 sayılı Kanunda belirtilen görevlerini yerine getirirken aşağıdaki yükümlülüklerle uymak zorundadır:
- a) Görevini kanun, yönetmelik ve dürüstlük kuralları çerçevesinde tarafsız, objektif ve özenle yerine getirmek.
- b) Kendisine tevdi olunan görevi bizzat yerine getirmek.
- c) Görevi sebebiyle öğrendiği sırların gizliliğini sağlamak ve korumak.
- ç) Görevi sırasında elde ettiği bilgileri, kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler yararına doğrudan veya dolaylı bir menfaat elde etmek için kullanmamak.

d) Görev, unvan ve yetkilerini kullanarak kendisi, yakınları veya üçüncü kişiler lehine menfaat sağlamamak, hediye kabul etmemek ve aracılıkta bulunmamak.

(2) Birinci fıkranın (c), (ç) ve (d) bentlerinde sayılan yükümlülükler komiserlik görevi sona erdikten sonra da devam eder.

(3) Birinci fıkra da sayılan yükümlülükler aykırı davranan komiserin görevine mahkemece son verilir. Bu durum derhal bilirkişilik bölge kuruluna ve ayrıca eylemin suç oluşturması halinde Cumhuriyet savcılığına bildirilir.

Konkordato komiserinin bilgi ve belge temini ile iletişimi

MADDE 8 – (1) Konkordato komiseri görevi kapsamında ihtiyaç duyduğu bilgi ve belgeleri, özel ve kamu kurum ve kuruluşları ile ilgililerden talep edebilir, doğrudan yazışma yapabilir ve iletişim kurabilir.

Sicil

MADDE 9 – (1) Bilirkişilik bölge kurulları tarafından, konkordato komiseri olarak görevlendirilen kişinin bilgileri, görevlendirme tarihi, görevin sona ermesi ve sebeplerini içeren özel sicil tutulur.

(2) Bu sicil, bir kişinin aynı anda beşten fazla dosyada konkordato komiseri olarak görev almamasının ve konkordato komiserliği görevine son verilme sebeplerinin takibini sağlar.

(3) Görevlendirilen konkordato komiseri, sicile kaydedilmek üzere mahkeme tarafından bağlı olduğu bölge adliye mahkemesinin kurulu bulunduğu yerdeki bilirkişilik bölge kuruluna derhal bildirilir. Bu bildirim aşağıdaki hususları kapsar:

a) Görevlendirmeyi yapan mahkemenin adı ve dosyanın esas numarası.

b) Komiserin adı ve soyadı ile Türkiye Cumhuriyeti kimlik numarası.

c) Komiserin yerleşim yeri ve iletişim bilgileri.

ç) Komiserin mesleği, uzmanlık alanı, çalıştığı kurum veya kuruluşun adı.

(4) Komiserin görevinin sona ermesi halinde bu durum mahkemesince sebepleri ile birlikte derhal bilirkişilik bölge kuruluna bildirilir.

(5) Sicil, hâkim ve Cumhuriyet savcılarının erişimine açıktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Alacaklılar Kurulu

Alacaklılar kurulunun oluşturulması

MADDE 10 – (1) Mahkeme tarafından kesin mühlet kararıyla birlikte veya en geç 2004 sayılı Kanunun 299 uncu maddesi uyarınca alacaklıların alacaklarını bildirmesi ve aynı Kanunun 300 üncü maddesi gereğince borçlunun alacaklılar hakkındaki beyanı alındıktan sonra, yedi alacaklıyı geçmemek, herhangi bir ücret takdir edilmemek ve tek sayıda olmak kaydıyla konkordato komiserinin de görüşü alınarak alacaklılar kurulu oluşturulabilir.

(2) Bu durumda alacaklıları, hukuki nitelik itibarıyla birbirinden farklı olan alacaklı sınıfları ve varsa rehinli alacaklılar, alacaklılar kurulunda hakkaniyete uygun şekilde temsil edilir.

Alacaklılar kurulunun zorunlu olarak oluşturulacağı haller

MADDE 11 – (1) Hukuki nitelikleri büyük ölçüde birbirine benzer alacaklar, aynı alacaklı sınıfında yer alır. Rehinli alacaklılar, rehnin kıymetini karşılayan miktardaki alacakları bakımından ayrı bir sınıf olarak kabul edilir.

(2) En az üç alacaklı sınıfı bulunması kaydıyla, alacaklı sayısının iki yüz elli veya alacak miktarının yüz milyon Türk Lirasını aşması halinde alacaklılar kurulunun oluşturulması zorunludur.

Alacaklılar kurulunun görevi

MADDE 12 – (1) Alacaklılar kurulu, komiserin faaliyetlerine nezaret eder; komisere tavsiyelerde bulunabilir ve kanunun öngördüğü hâllerde mahkemeye görüş bildirir.

(2) Alacaklılar kurulu komiserin faaliyetlerini yeterli bulmazsa, mahkemeden komiserin değiştirilmesini gerekçeli bir raporla isteyebilir. Mahkeme bu talep hakkında borçluyu ve komiseri dinledikten sonra kesin olarak karar verir.

Alacaklılar kurulunun çalışma usul ve esasları

MADDE 13 – (1) Alacaklılar kurulu her ay en az bir kere toplanır. Alacaklılar kurulunun aylık olağan toplantıları komiser tarafından belirlenerek bildirilen gün ve yerde yapılır.

(2) Alacaklılar kurulu ayrıca üyelerinin salt çoğunluğunun talebi üzerine her zaman toplanabilir. Bu halde, yapılacak toplantıların komisere bildirilmesi zorunludur.

(3) Alacaklılar kurulu toplantıda hazır bulunanların oy çokluğuyla karar alır. Komiser toplantılarda hazır bulunarak alınan kararları toplantıya katılanların imzasını almak suretiyle tutanağa bağlar.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Son Hükümler

Yürürlük

MADDE 14 – (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 15 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Adalet Bakanı yürütür.

INSAC-18-1303

Merkezi Kompozit Tasarımı Kullanılarak Koagölasyon-Flokölasyon
Prosesiyle Atıksu Bulanıklığının Giderilmesi (Adem TAŞDEMİR)

Merkezi Kompozit Tasarımı Kullanılarak Koagülasyon-Flokülasyon Prosesiyle Atıksu Bulanıklığının Giderilmesi

Adem TAŞDEMİR¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, E-mail: atasdem@ogu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada %1 katı oranı ve -20 mikron boyutunda kuvars içeren süspansiyonlardan bulanıklığın giderilmesi üzerine; pH, koagülant ve flokülant dozajı parametrelerinin etkileri, 3 parametrelili ve 5 seviyeli Merkezi Kompozit deney tasarımıyla araştırılmıştır. Koagülant olarak Polialüminyum klorür (PAC) ve anyonik flokülant (SPP508) kullanılmıştır. Deney tasarımı sonuçları değerlendirildiğinde, kalan bulanıklık üzerine her üç parametrenin ikinci dereceden etkileri önemli bulunmuştur. Ayrıca pH'nın en etkili parametre ve pH ile koagülant dozajı etkileşiminin %95 güven seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu parametrelerin bir fonksiyonu olarak, süspansiyon kalan bulanıklığını tahmin edebilen ve korelasyon katsayısı 0.949 olan ikinci dereceden bir matematiksel model elde edilmiştir. Minimum koagülant ve flokülant dozajlarıyla ulaşılabilecek minimum bulanıklık değerlerinin hangi koşullarda elde edilebileceği optimizasyon çalışmalarıyla ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Koagülasyon, Flokülasyon, Kuvars, Merkezi Kompozit Deney tasarımı, Atıksu

Giriş

Bulanıklık, suyun kalitesini belirleyen önemli parametrelerden biridir. Atıksu içerisinde bulunan ince taneler ve kolloidler, suda çökmeyip süspansiyon halinde bulunduklarından, atıksuyun bulanıklığını arttırmaktadırlar. Bulanık sular, ışık geçirgenliğini azaltıp dip birikintilerine yol açarak ya da doğrudan zarar vererek su canlılarını olumsuz etkilemektedirler. Bu nedenle bulanıklık giderimi atıksu arıtımında gerekli ve önemli bir ön aşamadır. Atıksulardaki bulanıklığın giderilmesinde koagülasyon veya flokülasyon yardımı ile tanelerin çöktürülmesi, ayrıca bu iki yöntemin birlikte uygulanması yaygın olarak uygulanan yöntemlerdir (Hogg,2000).

Flokülasyon ve koagülasyon yöntemleri, çökmeden askıda duran veya çok yavaş çöken ince boyutlu ve kolloidal taneciklerin bir katkı maddesi aracılığıyla bir araya getirilip (salkımlaştırma,yumaklaştırma) hızlı çöktürülmesi işlemleridir. Flokülasyon yönteminde yüksek molekül ağırlıklı organik polimerlerin (flokülantlar) ortama ilave edilmesiyle taneler arasında fiziksel bir köprü meydana getirilerek tanelerin salkımlaşmaları sağlanmaktadır (İpekoğlu,1997). Flokülasyon karmaşık bir süreçtir ve sürecin etkinliği sadece uygun kimyasal reaktiflerin kullanımına (koagülantlar, flokülantlar vb.) değil, aynı zamanda nasıl uygulandıklarına da bağlıdır. Herhangi bir uygulamada flokülantın performansı (çökelme hızı, kalan bulanıklık ve sediment hacmi cinsinden ölçülen), birkaç faktör arasındaki karmaşık etkileşimler ile belirlenmektedir (Bratby, 2006; Teh ve ark., 2016). Bu faktörler; katı oranı, tane boyutu, yüzey yükü, çözelti kimyası, pH gibi süspansiyon özellikleri (Ersoy, 2005; Somasundaran ve Das, 1998; Ohya, ve ark., 1961; Ersoy ve ark., 2009; Sabah ve Açıkgoz, 2012; Gregory ve Guibai, 1991; Taşdemir ve Taşdemir, 2011; Taşdemir ve Taşdemir, 2018) ve karıştırma yoğunluğu (hızı),

kariştırma süresi ve flokülant ilave hızı gibi fiziksel özellikleri içerebilir (Ebeling 2003; Rossini ve ark., 1999; Jang ve ark., 2010; Taşdemir ve Taşdemir, 2012; Taşdemir ve Taşdemir, 2015). Bu özelliklerin her biri flokülasyon hızını ve etkinliğini belirler. Bu nedenle, süspansiyonların flokülasyon davranışının belirlenmesi, etkin bir katı-sıvı ayırımı için çok önemlidir.

Koagülasyon yönteminde, tane agregasyonu için ortama inorganik elektrolitler (Al^{+3} , Fe^{+2} , Ca^{+2} vb. çok değerlikli katyonlar; koagülantlar) ilave edilir ve tanelerin yüzey elektrik yükleri nötralize edilerek kararsız hale gelmeleri sağlanır. Koagülantlar, kolloidal taneler ile ya yük nötralizasyonu yaparak ya da adsorpsiyon ile etkileşim yaparak, elektrostatik çekim kuvvetiyle taneleri bir araya getirirler (Stephenson ve Duff., 1996). Koagülasyonun etkinliği ve maliyeti, koagülant türüne ve konsantrasyonuna, çözelti pH'sına, çözeltinin iyonik kuvvetine bağlı olduğu gibi aynı zamanda atık sudaki organik tortuların konsantrasyonu ve doğasına bağlıdır (Delgado, 2003; Pinotti ve ark., 1997). Buna ek olarak, böylece sağlam ve yoğun floklar oluşturma yeteneklerinden dolayı doğal ve yapay polielektrolitler flokülasyon yardımcıları olarak kullanılabilirler (Wong ve ark., 2006).

Bu araştırmada kuvars kullanılarak hazırlanan sentetik atık sulardan, koagülasyon-flokülasyon yöntemi kullanılarak, kalan bulanıklık üzerine koagülant ve flokülant dozajları ve pH'nın etkileri incelenmiştir. Kirletici malzeme olarak kuvars seçilmesinin nedeni, kuvarsın doğada en fazla bulunan silikatlı minerallerden birisi olması ve bu nedenle atıksu arıtımında davranışının önemli olmasıdır.

Deneylerde -20 mikron boyutuna sahip saf kuvars kullanılmıştır. Daha önceki çalışmalarda, aynı kuvars numunesi kullanılarak kuvarsın bazı flokülasyon özellikleri araştırılmıştır. Örneğin, anyonik flokülant kullanılarak kuvars flokülasyonu üzerine katı oranı, pH ve flokülant dozajının etkileri Taşdemir ve Taşdemir (2011) tarafından tespit edilmiştir. Taşdemir ve Taşdemir (2012) kariştırma koşullarının etkisi incelemek üzere; katı oranını, pH ve flokülant dozajını sabit tutarak, hızlı kariştırma ve yavaş kariştırma hızının ve süresinin kuvars flokülasyonuna etkisini araştırmışlardır. Sabit pH'da süspansiyon özellikleri ve kariştırma koşullarının birlikte kuvars flokülasyonuna etkilerinin araştırıldığı çalışmada Taşdemir ve Taşdemir (2015); parametre olarak flokülant dozajının, hızlı kariştırma hızının ve süresinin, katı oranının ve çökme süresinin etkisini araştırmışlardır. Flokülant tipinin (anyonik, katyonik ve noniyonik), tane boyutu ve katı oranının etkisi de diğer parametreler sabit tutularak tespit edilmiştir (Taşdemir ve Taşdemir, 2018). Bu çalışmalarda test edilen parametrelerin kuvars flokülasyonuna önemli etkileri olduğu bulunmuştur. Ancak, kuvars içeren süspansiyonlarda koagülant ve flokülantın beraber kullanımı ile ilgili bir çalışma yer almamaktadır.

Malzeme ve Metot

Malzeme

Deneyisel çalışmalarda, -20 mikron boyutuna sahip Aydın Çine bölgesinden temin edilen saf kuvars kullanılmıştır. Numunenin tane boyut dağılımı Malvern Mastersizer 200 lazer difraksiyonu ile belirlenmiş olup, %90'ı 15.77 mikron, ortalama boyutu 2.2 mikron ve %10'u 0.6 mikronun altındadır. Flokülant olarak Süperkim'den temin edilen %28 anyoniklik derecesine sahip SPP508 anyonik flokülant, %17'lik Polialüminyum klorür (PAC), pH ayarlamak için 1M HCl ve 1M NaOH kullanılmıştır.

Metot

Orion 5 Star pH metre cihazı pH ölçümlerinde kullanılmıştır. Koagülasyon/flokülasyon çalışmaları, önceden dönme hızları ayrı ayrı ayarlanabilen 6 pervaneli Velp Scientifica FC6S jar test cihazı, testlerden sonra kalan bulanıklığı NTU (nephelometric turbidity unit) birimi

cinsinden ölçmek için HF Scientific Türbidimetre cihazı kullanılmıştır. Deneylerde pH ayarlandıktan ve belirlenen koagülant ile flokülant dozajları ilave edildikten sonra, 2 dakika 200 d/d hızlı karıştırma, 10 dakika 30 d/d yavaş karıştırmayı takiben 5 dakika çökme süresi sabit tutulmuştur. Deneyler %1 sabit katı oranında yapılmıştır ve bunun başlangıç bulanıklık değeri yaklaşık olarak 4400 NTU olarak belirlenmiştir.

Deneyler, cevap yüzey yöntemlerinden biri olan Merkezi Kompozit Deney Tasarımı yöntemine göre tasarlanmış (Montgomery, 2001) ve gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. Önce, istatistiksel olarak tasarlanan deneyler yapılır, sonra elde edilen matematiksel modelin katsayıları ve cevaplar tahmin edilir. Son olarak, model kontrol edilir. Bu çalışmada, kuvars içeren sentetik atık sulardan bulanıklığın giderilmesinde, anyonik flokülant dozajının, koagülant dozajının ve süspansiyon pH'nın etkileri araştırılmış olup, 3 faktörlü 5 seviyeli merkezi kompozit tasarımı uygulanmıştır. Bu tasarımda, parametre sayısı 5'den az olduğunda gerekli olan deney sayısı $N=2^k+2k+n_0$ formülü ile bulunmaktadır. Burada k değişken sayısını n_0 ise parametrelerin merkez noktalarında yapılan tekrar deney sayısını göstermektedir. Bu çalışmada, merkez noktalarda 6 tekrar deney yapılmış olup, toplam deney sayısı 20'dir. Merkezi kompozit tasarımı değişkenlerin kod ve gerçek değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Koagülant dozajı, flokülant dozajı ve pH, kuvars süspansiyonlarının koagülasyon/flokülasyon prosesinde bağımsız değişkenler olarak seçilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, koagülant dozajı (A) 0.0 ile 102 mg/lt, flokülant dozajı (B) 0.0 ile 1.0 mg/lt ve pH (C) 4 ile 12 arasında değişmektedir. Kalan bulanıklık değeri bu çalışmada bağımlı değişken olarak seçilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlerin kod ve gerçek değerleri

Kod	Değişkenlerin gerçek değerleri	A-Koagülant Dozajı (mg/lt)	B-Flokülant Dozajı (mg/lt)	C-pH
$-\beta$	x_{min}	0.0	0.0	4.0
-1	$[(x_{max}+x_{min})/2]-[(x_{max}-x_{min})/2\alpha]$	20.7	0.2	5.6
0	$(x_{max}+x_{min})/2$	51.0	0.5	8.0
+1	$[(x_{max}+x_{min})/2]+[(x_{max}-x_{min})/2\alpha]$	81.3	0.8	10.4
$-\beta$	x_{max}	102	1.0	12.0

x_{max} ve x_{min} sırasıyla x 'in en düşük ve en yüksek değerleri, $\alpha = 2^{k/4} = 1.682$, k = değişken sayısı

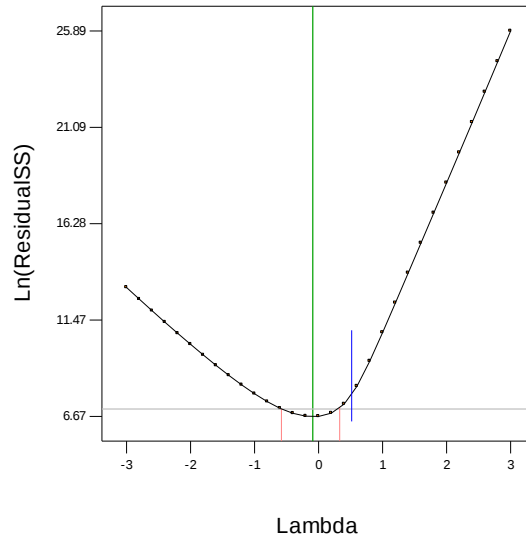
Bulgular

3 faktörlü ve 5 seviyeli merkezi kompozit tasarımı göre parametrelerin deneysel koşulları ve bu koşullarda kuvars içeren sentetik atık su süspansiyonlarında elde edilen kalan bulanıklık değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

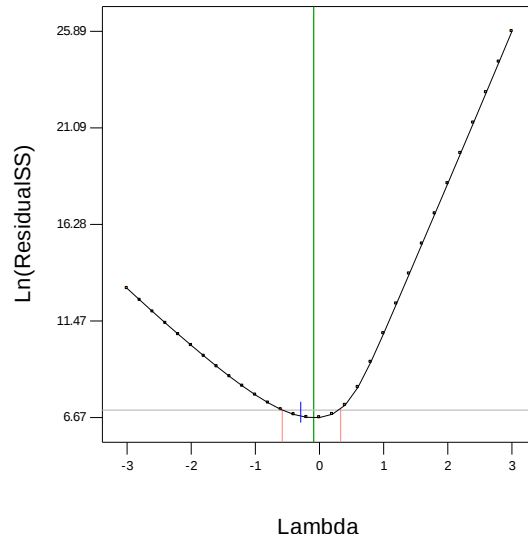
Tablo 2 incelendiğinde, deneysel koşullarda bulunan kalan bulanıklık değerleri arasındaki farkın oldukça fazla olduğu görülmektedir (2.0 ile 650 NTU arasında). Bu nedenle bulanıklık verilerine herhangi bir dönüşümün gerekli olup olmadığı Box-Cox üssel dönüşüm grafiği ile test edilmiş ve elde edilen grafik, Şekil 1'de gösterilmiştir. Dönüşüm öncesi Box-Cox grafiğinden görüldüğü gibi, 1 olarak hesap edilen lamda değeri alt ve üst güven aralığında (-0.58 ile 0.33) yer almamakta ve bu verilere en uygun lamda değerinin -0.09 olduğu görülmekte ve logaritmik dönüşüm uygun olacağı anlaşılmaktadır.

Tablo 2. 3 Faktörlü, 5 seviyeli Merkezi Kompozit Tasarımına göre süspansiyon koşulları ve elde edilen kalan bulanıklık değerleri

Deney No	pH	Koagülant Dozajı (mg/l)	Flokülant Dozajı (mg/l)	Kalan Bulanıklık (NTU)
1	5.6	20.7	0.2	114.0
2	10.4	20.7	0.2	13.4
3	5.6	81.3	0.2	393.0
4	10.4	81.3	0.2	4.2
5	5.6	20.7	0.8	51.5
6	10.4	20.7	0.8	10.6
7	5.6	81.3	0.8	207.0
8	10.4	81.3	0.8	5.1
9	4.0	51.0	0.5	650.0
10	12.0	51.0	0.5	2.0
11	8.0	0.0	0.5	18.8
12	8.0	102.0	0.5	1.8
13	8.0	51.0	0.0	4.8
14	8.0	51.0	1.0	4.3
15	8.0	51.0	0.5	2.8
16	8.0	51.0	0.5	3.0
17	8.0	51.0	0.5	2.8
18	8.0	51.0	0.5	2.6
19	8.0	51.0	0.5	3.1
20	8.0	51.0	0.5	2.8

**Şekil 1.** Kalan bulanıklık değerlerini Box-Cox grafiği

Şekil 2, logaritmik dönüşüm sonrasında elde edilen Box-Cox grafiğini göstermektedir. Görüldüğü gibi, dönüşüm sonrası lamda değeri 0 olup, en iyi değer olan -0.09'a çok yakın bir değerdir ve güven aralığı olan -0.58 ile 0.33 değerleri arasında yer almaktadır.



Şekil 2. Logaritmik dönüşüm sonrasında kalan bulanıklık değerlerini Box-Cox grafiği

Merkezi kompozit tasarımına göre yapılan deneylerden ve varyans analizinden (ANOVA) sonra kuvars içeren süspansiyonların kalan bulanıklık değerini flokülant ve koagülant dozajı ve pH'nın bir fonksiyonu olarak tahmin edebilen ikinci dereceden bir denklem elde edilmiştir. Kodlanmış faktörler cinsinden ve terimlerin önemi gözetilmeden elde edilen bu denklem aşağıda verilmiştir.

$$Ln(\text{Bulanıklık}) = 1.01 - 1.59A - 0.23B - 0.12C - 0.57AB + 0.17AC + 0.073BC + 1.14A^2 + 0.49B^2 + 0.41C^2$$

Bu denklemin korelasyon katsayısı (R), 0.949 olarak bulunmuştur. Buna göre, denklemin belirlilik katsayısı (R^2), 0.902'dir, yani elde edilen denklem kalan bulanıklıktaki varyans değişimlerinin %90.2'sini açıklayabilmektedir. Elde edilen modelin ve model katsayılarının istatistiksel önemi, varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiş olup, Tablo 2'de sunulmuştur.

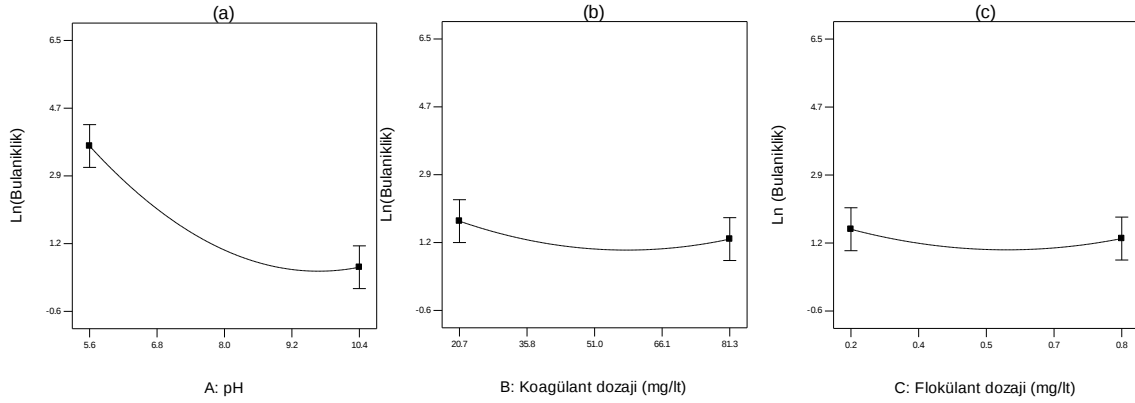
Tablo 2. Varyans analizi (ANOVA) Tablosu

Kaynak	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p -değeri	Önem düzeyi
					Olasılık > F	
Model	60.05	9	6.67	10.30	0.0006	*
A-pH	34.45	1	34.45	53.19	< 0.0001	*
B-Koagülant dozajı (mg/lt)	0.75	1	0.75	1.16	0.3060	Önemsiz
C-Flokülant dozajı (mg/lt)	0.20	1	0.20	0.31	0.5888	Önemsiz
AB	2.55	1	2.55	3.94	0.0751	**
AC	0.24	1	0.24	0.38	0.5535	Önemsiz
BC	0.042	1	0.042	0.065	0.8034	Önemsiz
A^2	18.71	1	18.71	28.88	0.0003	*
B^2	3.52	1	3.52	5.44	0.0419	*
C^2	2.39	1	2.39	3.68	0.0839	**
Artık	6.48	10	0.65			

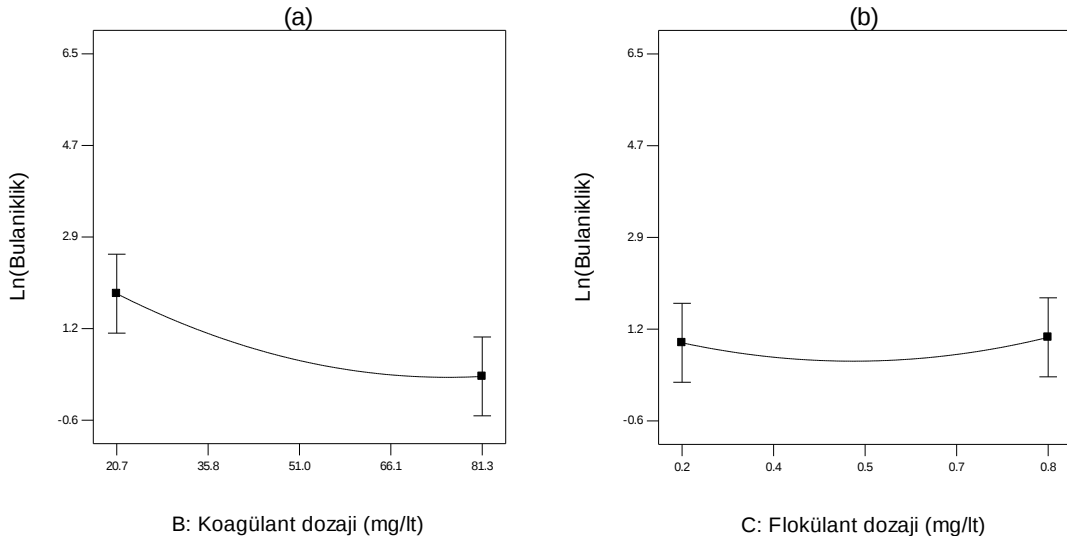
*: %95 güven seviyesinde önemli, **: %90 güven seviyesinde önemli

Tablo 2'deki ANOVA tablosunda görüldüğü gibi, 10.30 olan modelin F değeri ve 0.0006 olan p değeri elde edilen modelin %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak önemli olduğunu belirtmektedir. Olasılık > F değerinin 0.05'den küçük olması, model terimlerinin %95 güven

bulanıklığa etkisi pH 8.0 için verilen Şekil 4c ile karşılaştırıldığında kalan bulanıklık daha da azalmaktadır. Ancak artan flokülant dozajının etkisi aynı şekilde az olmaktadır.



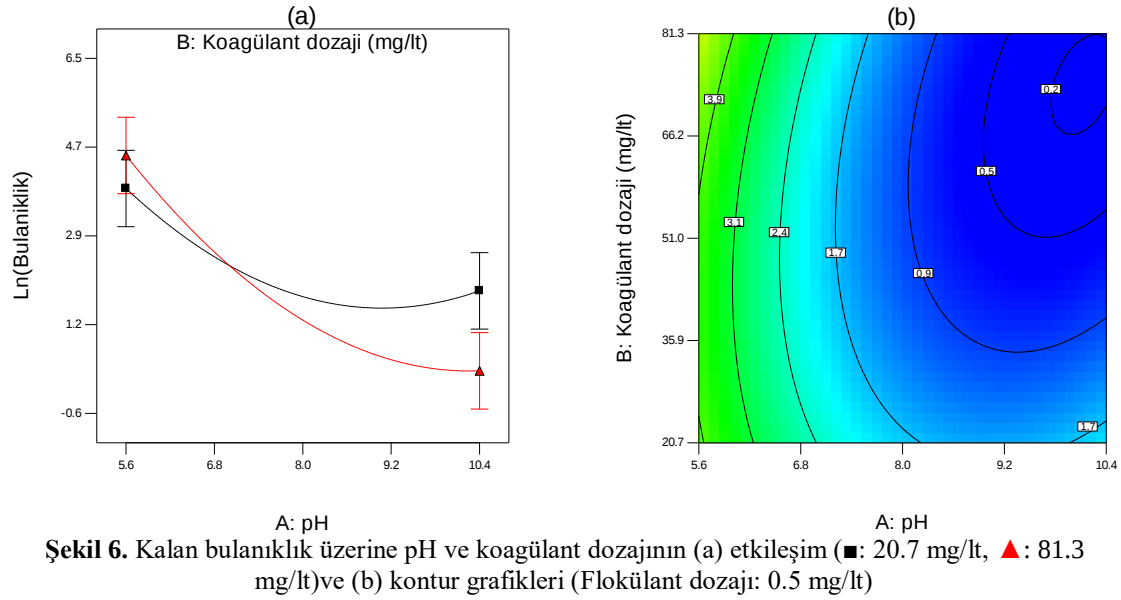
Şekil 4. Kalan bulanıklık üzerine (a) pH, (b) koagülant dozajı ve (c) flokülant dozajının bireysel etki grafikleri



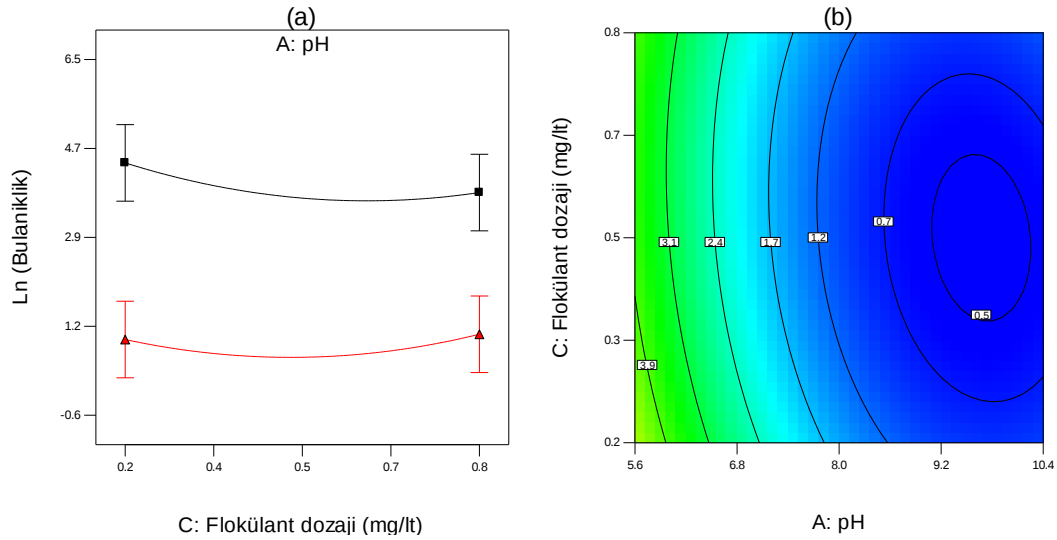
Şekil 5. pH 10.4'te koagülant dozajının (a) ve flokülant dozajının (b) kalan bulanıklığa etkileri

Parametrelerin Etkileşimlerinin Kalan Bulanıklığa Etkileri

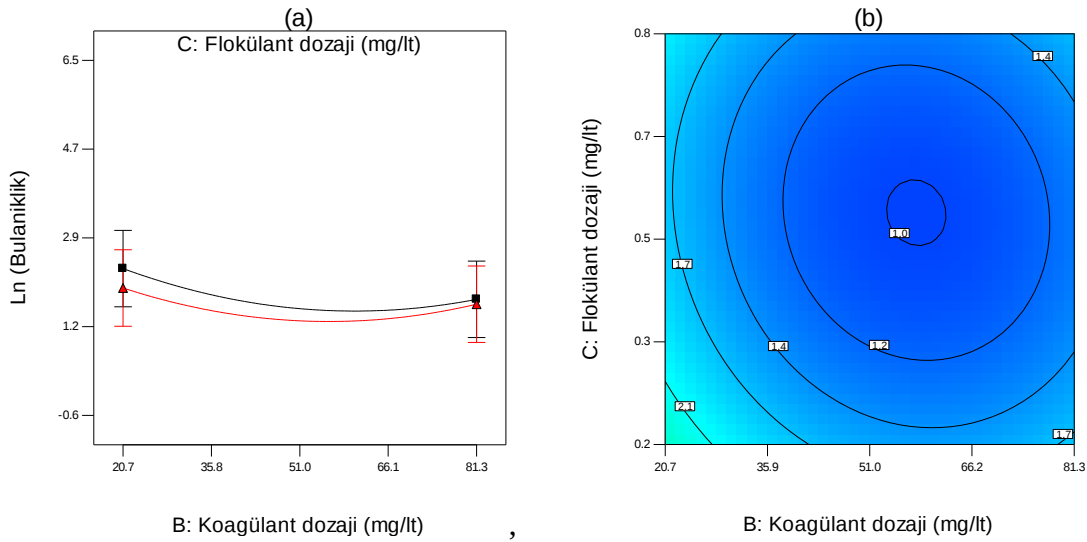
Uygulanan merkezi kompozit tasarımıyla parametrelerin ikili etkileşimlerinin kalan bulanıklığa etki ve kontur grafikleri, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8' ve verilmiştir. Tablo 2'deki ANOVA tablosu çıktılarıyla uyumlu olarak, kalan bulanıklık üzerine sadece pH ile koagülant dozajı ikili etkileşiminin önemli olduğu görülmektedir (Şekil 6). 0.5 mg/Lt flokülant dozajı için verilen Şekil 6a'da görüldüğü gibi düşük ve yüksek koagülant dozajları eğrileri kesişmektedir. En iyi kalan bulanıklık değeri yüksek pH'da yüksek koagülant dozajlarıyla elde edilmektedir (Şekil 6a ve 6b).



51 mg/Lt sabit koagülant dozajında pH ve flokülant dozajının kalan bulanıklığa etkilerinin verildiği Şekil 7a ve Şekil 7b incelendiğinde, pH eğrileri birbirine paralel olup, kesişmenin olmadığı görülmektedir (Şekil 7a). Artan flokülant dozajının kalan bulanıklığı pek etkilemediği ancak yüksek pH’larda daha iyi sonuç elde edildiği görülmektedir (Şekil 7a ve 7b).



pH 8.0 için koagülant dozajı ve flokülant dozajı etkileşimlerini gösteren Şekil 8a ve 8b incelendiğinde, bu etkileşimin kalan bulanıklığa etkisinin olmadığı, artan koagülant dozajıyla flokülant dozaj artışının kalan bulanıklığı neredeyse değiştirmedeği görülmektedir. Şekil 8a’da görüldüğü gibi, düşük ve yüksek flokülant dozaj eğrileri neredeyse üst üste gelmiştir. Yaklaşık olarak flokülant ve koagülant dozajlarının orta değerlerinde minimum kalan bulanıklık değerleri elde edilebilmektedir (Şekil 8b).



Şekil 8. Kalan bulanıklık üzerine koagülant dozajı ve flokülant dozajının (a) etkileşim (■: 0.2 mg/lt, ▲: 0.8 mg/lt) ve (b) kontur grafikleri (pH: 8.0)

Optimizasyon Çalışmaları

pH'ın test edilen aralıkta tutulduğu, flokülant ve koagülant dozajının minimum olduğu koşullarda elde edilebilecek kalan bulanıklık değerlerinin hangi süspansiyon koşullarında ulaşılacağı yapılan optimizasyon çalışmasıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Tablo 3, optimizasyon koşullarını, Tablo 4 ise elde edilebilecek minimum kalan bulanıklık tahmin sonuçlarını göstermektedir. Görüldüğü gibi, 20.7 mg/lt koagülant dozajı, 0.2 mg/lt flokülant dozajı ve pH 9.2-9.4 aralığında değerlerde yaklaşık 7.5 NTU kalan bulanıklık değerine ulaşılabilir. Aynı flokülant dozajında; koagülant dozajının 22.2 mg/lt ve pH'nın 9.4 olması halinde 7.017 NTU, 27.4 mg/lt koagülant dozajı ve pH 8.4'te 6.65 NTU bulanıklık değerleri elde edilebilmektedir.

Tablo 3. pH aralıkta tutulup diğer parametreler minimumda istendiğinde minimum bulanıklık için optimizasyon

Parametre	Amaç	Lower limit	Upper limit
pH	Aralıkta	5.6	10.4
Koagülant dozajı (mg/lt)	Minimum	20.7	81.3
Flokülant dozajı (mg/lt)	Minimum	0.2	0.8
Ln (bulanıklık)	Minimum	0.587	6.477

Tablo 4. pH aralıkta tutulup diğer parametreler minimumda istendiğinde elde edilebilecek minimum bulanıklık için optimizasyon sonuçları

Optimizasyon No	pH	Koagülant dozajı (mg/lt)	Flokülant dozajı (mg/lt)	Ln (bulanıklık)
1	9.3	20.7	0.2	2.021
2	9.2	20.7	0.2	2.023
3	9.4	20.7	0.2	2.023

Tablo 4. pH aralıkta tutulup diğer parametreler minimumda istendiğinde elde edilebilecek minimum bulanıklık için optimizasyon sonuçları (devam)

Optimizasyon No	pH	Koagülant dozajı (mg/l)	Flokülant dozajı (mg/l)	Ln (bulanıklık)
4	9.2	20.7	0.2	2.021
5	9.3	20.7	0.2	2.015
6	9.3	21.0	0.2	2.004
7	9.4	22.2	0.2	1.948
8	9.7	20.7	0.2	2.060
9	8.8	20.7	0.2	2.066
10	8.6	20.7	0.2	2.099
11	8.4	27.4	0.2	1.894

Sonuçlar

Yapılan bu çalışma ile aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

- %1 katı oranı ve -20 mikron kuvars içeren atık su süspansiyonlardan tesislerde geri dönüşümle kullanılacak kalitede su elde edilebilmektedir.
- Koagülasyon ve flokülasyon yöntemlerinin beraber kullanılması halinde süspansiyona etki eden parametreler ve bu parametrelerin etki sırası ve ikili etkileşimlerinin belirlenmesini daha az sayıda deneyle sağlayan Merkezi Kompozit Deney tasarımıyla elde edilebileceği gösterilmiştir.
- Uygulanan deney tasarımıyla, kalan bulanıklığı test edilen parametrelerin bir fonksiyonu olarak tahmin edebilen ve 0.949 korelasyon katsayısına sahip ikinci dereceden bir matematiksel model elde edilmiştir.
- Elde edilen modelin ANOVA testi ile kalan bulanıklık için en etkili parametrelerin sırasıyla pH, koagülant dozajı, pH ve koagülant dozajı ikili etkileşimi ve az da olsa flokülant dozajının olduğu belirlenmiştir.
- Yöntemin diğer bir avantajı istenilen koşullarda elde edilebilecek kalan bulanıklık değeri için parametrelere değerlerinin belirlenebilmesidir.
- pH'ın test edilen aralıkta tutulması ve koagülant ve flokülant dozajlarının minimum olması halinde, minimum kalan bulanıklık değerlerinin hangi süspansiyon koşullarında elde edilebileceği yapılan optimizasyon çalışmasıyla tahmin edilebilmektedir.
- Optimizasyon çalışmasıyla, 20.7 mg/l koagülant dozajı, 0.2 mg/l flokülant dozajı ve pH 9.2-9.4 aralığındaki değerlerle yaklaşık 7.5 NTU kalan bulanıklık değerine ulaşılabilir.

Kaynaklar

- Bratby J., (2006). Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment, Published by IWA Publishing, London.
- Delgado, J. M. (2003). Factors that influence treatment outcome, *Oncologia*, 26(3), 43-48.
- Ebeling, J. M., Sibrell, P. L. and Ogden, S. R. (2000). Evaluation of chemical coagulation-flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from intensive recirculating aquaculture effluent discharge, *Aquacultural Engineering*, 29, 23-42.
- Ersoy, B. (2005). Effect of pH and polymer charge density on settling rate and turbidity of natural stone suspensions, *International Journal of Mineral Processing*, 75, 207-216.

- Ersoy, B., İsmail T., Günay, A. and Dikmen, S. (2009): Turbidity removal from wastewater of natural stone processing by coagulation/flocculation methods, *Clean*, 37(3), 225-232.
- Gregory, J. and ve Guibai, L. (1991). Effects of dosing and mixing conditions on ploymer flocculation of concentrated suspensions, *Chemical Engineering Communications*, 118, 3-21.
- Hogg R., (2000). Flocculation and dewatering. *International Journal Mineral Processing*, V:58, pp 223-236.
- Ipekoğlu Ü., 1997, Dewatering and Methods. Dokuz Eylül University, Mining Faculty Impress, No: 179, İzmir.
- Jang, M., Lee, H. And Shim, Y. (2010). Rapid removal of fine particles from mine water using squential process of coagulation and flocculation, *Environmental Technology*, 31(4), 423-432.
- Montgomery, D. C. (2001). *Design and Analysis of Experiments*. 5th Edition, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ohyama, T., Shimoiizaka, J. and Usui, S. (1961), The effects of pH on the flocculation of quartz aqueous suspensions, *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 34(6), 790-794.
- Pinotti, A., Bevilacqua, A. and Zaritzky, N. (1997). Optimization of the flocculation stage in a model of a food emulsion waste using citosan as polyelectrote, *Journal of Food Engineering*, 32(1), 69-81.
- Rossini, M., Garrido, J. and Garcia, Galluzzo, M. (1999). Optimization of the coagulation-flocculation treatment influence of rapid mix parameters, *Water Research*, 33(8), 1817-1826.
- Sabah, E. and Açıkgöz, C. (2012). FLocculation performance of fine particles in travertine suspension, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 48(2), 555-566.
- Somasundaran, P. and Das, K. K. (1998). Flocculation and and selective flocculation-An overview, *Processdinds of VII International Mineral Processing Symposium*, İstanbul, Turkey, 81-91.
- Stephenson E. J and Duff, S. J. B. (1996). Coagulation and precipitation of a mechanical pulping effluent-I. Removal of carbon, colour and turbidity, *Water Research*, 30(4), 781-92.
- Taşdemir, A., Taşdemir, T. and Kılıç, H. (2011). Usage of Box-Behnken experimental design for the flocculation of quartz suspensions, *Proceedings of The XIV. Balkan Mineral Processing Congress*, 250-256.
- Taşdemir, T. and Taşdemir, A. (2012). Effect of mixing conditions on flocculation, *Proceedings of XIII. International Mineral Processing Symposium*.
- Taşdemir, A. and Taşdemir, T. (2015). Determination of the effects of operating parameters on residual turbidity of quartz suspensions by design of experiments, *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, 1(1), 23-32.
- Taşdemir, T. and Taşdemir, A. (2018). Bazı flokülasyon parametrelerinin etkinliğinin kuvars kullanılarak araştırılması, *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(3), 807-815.
- Teh, C. Y., Budiman, P. M., Shak, K. P. Y. And Wu, T. Y. (2016). Recent advancement of coagulation-Flocculation and its application in wastewater treatment, *Industrial&Engineering Chemistry Research*, 55, 4363-438.
- Wong, S.S., Teng, T. T., Ahmad, A. L., Zuhairi, A. and Najafpour, G. (2006). Treatment of pulp and paper mill wastewater by poşyacrylamide (PAM) in polymer induced flocculation, *Journal of hazordous Materials*, 135(1-3), 378-388.

INSAC-18-1304

Combined Hermite-Taylor Matrix Method for Solving a Class of
First Order Nonlinear Partial Integro-Differential Equations (Elif
YALÇIN, Mehmet SEZER)

Combined Hermite-Taylor Matrix Method for Solving a Class of First Order Nonlinear Partial Integro-Differential Equations

Elif YALÇIN¹, Mehmet SEZER²

¹ Department of Mathematics, Manisa Celal Bayar University, E-mail: elifyln@gmail.com

² Department of Mathematics, Manisa Celal Bayar University, E-mail: mehmet.sezer@cbu.edu.tr

Abstract: Nonlinear partial integro-differential equations and the related initial and boundary value problems play an important role in the areas of science and engineering. But, most of these type problems have not analytical solutions. So it is necessary to obtain their approximate solutions by using some numerical methods. In this study, we consider a class of the partial integro-differential equations containing first order nonlinear terms. Then we present a matrix method based on the truncated Hermite and Taylor series along with collocation points to find the approximate solutions of these type equations subject to the mixed conditions. The method reduces the solution of the mentioned equations to the solution of a matrix equation which corresponds to a system of nonlinear algebraic equations with the unknown Hermite coefficients. Besides, some numerical examples are performed to illustrate the efficiency of the method; the obtained results are scrutinized and interpreted.

Keywords: Hermite polynomials and series, Taylor series, Nonlinear partial integro-differential equations, Matrix method, Collocation points.

1. Introduction

Nonlinear partial integro-differential equations mostly occur in many fields of engineering, mathematics, physics, finance, biology and so on. There exists difficulties for solving these type equations with variable, both numerically and analytically. For this purpose, the numerical methods are developed in order to availed the application of these class of problems (Avazzadeh et al, 2012; Fakhar and Dehghan, 2011; Fakhar and Dehghan, 2013; Gürbüz and Sezer, 2017; Guo and Shen, 2000; Jachiewicz and Kowal, 2006; Matthies and Keese, 2005; Tari et al, 2009). In this study, we develop the combined Hermite-Taylor matrix-collocation method to solve the first order nonlinear partial integro differential equations in the form

$$u_t(x, t) = g(x, t) + P_1(x, t)u_x(x, t)u(x, t) + P_2(x, t)u^2(x, t) + \int_0^t K(t, s)u(x, s)ds \quad (1)$$

$$a \leq x \leq b, 0 \leq t \leq T$$

under the initial and Dirichlet boundary conditions

$$\begin{aligned} u(x, 0) &= f(x), x \in [a, b], \\ u_t(x, 0) &= h(x), x \in [a, b], \\ u(a, t) &= k(t), t \in [0, T], \\ u(b, t) &= l(t), t \in [0, T]. \end{aligned} \quad (2)$$

where the functions , g , P_1 and P_2 are continuous functions; and K is the kernel function and f, h, k and l are given functions. Then we investigate the approximate solution of the problem (1)- (2) in the finite Hermite series form

$$u(x, t) \cong \sum_{m=0}^N \sum_{n=0}^N a_{m,n} H_{m,n}(x, t), \quad H_{m,n}(x, t) = H_m(x) H_n(t) \quad (3)$$

where $H_n(x) (n = 0, 1, \dots, N)$ denote the Hermite polynomials defined by (Andrews, 1985; 167)

$$H_n(x) = \sum_{k=0}^{[n/2]} \frac{(-1)^k n! 2^{n-2k}}{(n-2k)! k!} x^{n-2k}, \quad n \in N, 0 \leq x < \infty. \quad (4)$$

and $a_{mn}, (m, n = 0, 1, \dots, N)$ are unknown Hermite polynomial coefficients. These polynomials are orthogonal on $(-\infty, +\infty)$ with respect to weight function $w(x) = e^{-x^2}$ and generally defined by Rodrigues (Rainville, 1960; 189)

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} (\bar{e}^{x^2})^{(n)}.$$

The first few Hermite polynomials can be given the explicit expressions (4) as

$$H_0(x) = 1, H_1(x) = 2x, H_2(x) = 4x^2 - 2, H_3(x) = 8x^3 - 12x.$$

Also, the sequence of Hermite polynomials $\{H_n(x)\}$ satisfies the recursion relation (Arfken, 2013; 643)

$$H_n'(x) = 2nH_{n-1}(x), n \geq 2 \quad (5)$$

$$\text{with } H_0'(x) = 0, \quad H_1'(x) = 2H_0(x).$$

2. Fundamental matrix relations and Hermite-Taylor matrix method

In this section, we develop a matrix-collocation method to find the approximate solution of the problem (1)-(2) in terms of Hermite polynomials in the form (3). For our purpose, firstly, we write the matrix form of (3) as

$$[u(x, t)] = H(x) \bar{H}(t) A \quad (6)$$

where

$$H(x) = [H_0(x) \ H_1(x) \ \dots \ H_N(x)], \quad \bar{H}(t) = \text{diag}(H(t), H(t), \dots, H(t)),$$

$$A = [a_{0,0} \ a_{0,1} \ \dots \ a_{0,N} \ a_{1,0} \ a_{1,1} \ \dots \ a_{1,N} \ \dots \ a_{N,0} \ a_{N,1} \ \dots \ a_{N,N}]^T$$

By using the expression (4), we obtain

$$H(x) = X(x)F, \quad \bar{H}(t) = \bar{X}(t)\bar{F} \quad (7)$$

where

$$X(x) = [1 \ x \ \dots \ x^N], \quad X(t) = [1 \ t \ \dots \ t^N]$$

$$\bar{X}(t) = \text{diag}(X(t), X(t), \dots, X(t)), \quad \bar{F} = \text{diag}(F, F, \dots, F)$$

$$\mathbf{F}^T = \begin{bmatrix} \frac{(-1)^0 0! 2^0}{0!0!} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(-1)^0 1! 2^1}{0!1!} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \frac{(-1)^1 2! 2^0}{1!0!} & 0 & \frac{(-1)^0 2! 2^2}{0!2!} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \frac{(-1)^{N/2} N! 2^0}{\left(\frac{N}{2}\right)!0!} & 0 & \frac{(-1)^{\frac{N}{2}-1} N! 2^2}{\left(\frac{N}{2}-1\right)!2!} & 0 & \dots & 0 & \frac{(-1)^0 N! 2^N}{0!N!} \\ 0 & \frac{(-1)^{(N-1)/2} N! 2^1}{\left(\frac{N-1}{2}\right)!1!} & 0 & \frac{(-1)^{(N-1)/2} N! 2^3}{\left(\frac{N-1}{2}-1\right)!3!} & \dots & 0 & \frac{(-1)^0 N! 2^N}{0!N!} \end{bmatrix}$$

N is even $\leftarrow$
 N is odd $\leftarrow$

Also, by means of the relation (5), the derivatives of $\mathbf{H}(\mathbf{x})$ and $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})$ become

$$\mathbf{H}'(\mathbf{x}) = \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}, \quad \bar{\mathbf{H}}'(\mathbf{t}) = \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\mathbf{M}} \quad (8)$$

where

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 2.1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 2N & 0 \end{bmatrix}^T, \quad \bar{\mathbf{M}} = \text{diag}(\mathbf{M}, \mathbf{M}, \dots, \mathbf{M}).$$

By using the matrix relations (3)- (8) , we compose the following derivatives of $\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{t})$:

$$[\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{t})] = \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} \quad (9)$$

$$[\mathbf{u}_x(\mathbf{x}, \mathbf{t})] = \mathbf{H}(\mathbf{x})' \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} = \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M} \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A}$$

$$[\mathbf{u}_t(\mathbf{x}, \mathbf{t})] = \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})'\mathbf{A} = \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A}$$

$$[\mathbf{u}^2(\mathbf{x}, \mathbf{t})] = \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x})\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{t})\bar{\bar{\mathbf{A}}}$$

$$[\mathbf{u}_x(\mathbf{x}, \mathbf{t})\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{t})] = \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x})\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{t})\bar{\bar{\mathbf{A}}}$$

where

$$\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{t}) = \text{diag}[\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t}), \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t}), \dots, \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})], \bar{\bar{\mathbf{H}}} = \text{diag}(\bar{\bar{\mathbf{H}}}, \bar{\bar{\mathbf{H}}}, \dots, \bar{\bar{\mathbf{H}}}),$$

$$\bar{\bar{\mathbf{A}}} = [\mathbf{a}_{0,0}\mathbf{A} \quad \mathbf{a}_{0,1}\mathbf{A} \cdots \mathbf{a}_{0,N}\mathbf{A} \quad \mathbf{a}_{1,0}\mathbf{A} \quad \mathbf{a}_{1,1}\mathbf{A} \quad \dots \quad \mathbf{a}_{1,N}\mathbf{A} \cdots \mathbf{a}_{N,0}\mathbf{A} \quad \mathbf{a}_{N,1}\mathbf{A} \quad \dots \quad \mathbf{a}_{N,N}\mathbf{A}]^T$$

On the other hand, the matrix relation of the kernel function $\mathbf{K}(\mathbf{t}, \mathbf{s})$ and the unknown function $\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{s})$, by using well known the operational matrices of Taylor matrix Method (Karamete and Sezer, 2002; 991) and the relations (6)-(7), are obtained as

$$\mathbf{K}(\mathbf{t}, \mathbf{s}) = \mathbf{X}(\mathbf{t})\mathbf{K}\mathbf{X}^T(\mathbf{s}); \quad \mathbf{K} = [k_{pq}] \quad (10)$$

$$k_{pq} = \frac{1}{p!q!} \frac{\partial^{p+q} \mathbf{K}(0,0)}{\partial \mathbf{t}^p \partial \mathbf{s}^q}, \quad p, q = 0, 1, \dots, N$$

and

$$\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{s}) = \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{s})\mathbf{A} = \mathbf{X}(\mathbf{x})\mathbf{F}\bar{\mathbf{X}}(\mathbf{s})\bar{\bar{\mathbf{A}}} \quad (11)$$

where

$$\mathbf{X}(t) = \begin{bmatrix} 1 & t & \cdots & t^N \end{bmatrix}, \quad \bar{\mathbf{X}}(s) = \text{diag}[\mathbf{X}(s) \quad \mathbf{X}(s) \quad \cdots \quad \mathbf{X}(s)].$$

We now ready to construct the fundamental matrix equation for Eq.(1). For this aim, by substituting the matrix relations (9), (10) and (11) into Eq.(1), we can write the matrix equation as

$$\begin{aligned} \{ \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\mathbf{M}} - \mathbf{X}(t)\mathbf{K}\mathbf{Q}(\mathbf{x}, t) \} \mathbf{A} + \{ -\mathbf{P}_1(\mathbf{x}, t)\mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x})\bar{\bar{\mathbf{H}}}^*(t) \\ - \mathbf{P}_2(\mathbf{x}, t)\mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x})\bar{\bar{\mathbf{H}}}^*(t) \} \bar{\mathbf{A}} = \mathbf{G}(\mathbf{x}, t) \end{aligned} \quad (12)$$

where

$$\mathbf{Q}(\mathbf{x}, t) = \int_0^t \mathbf{X}^T(s)\mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(s)ds$$

By substituting the collocation points defined by

$$\mathbf{x}_i = \mathbf{a} + \frac{\mathbf{b} - \mathbf{a}}{N}i, \quad t_j = \frac{T}{N}j; \quad i, j = 0, 1, \dots, N \quad (13)$$

into Eq.(12) and then simplifying, we get the system of the matrix equations

$$\mathbf{W}(\mathbf{x}_i, t_j)\mathbf{A} + \mathbf{Z}(\mathbf{x}_i, t_j)\bar{\mathbf{A}} = \mathbf{G}(\mathbf{x}_i, t_j), \quad i, j = 0, 1, \dots, N$$

such that

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}(\mathbf{x}_i, t_j) = \mathbf{H}(\mathbf{x}_i)\bar{\mathbf{H}}(t_j)\bar{\mathbf{M}} - \mathbf{X}(t_j)\mathbf{K}\mathbf{Q}(\mathbf{x}_i, t_j), \quad \mathbf{G} = \mathbf{G}(\mathbf{x}_i, t_j)$$

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Z}(\mathbf{x}_i, t_j) = -\mathbf{P}_1(\mathbf{x}_i, t_j)\mathbf{H}(\mathbf{x}_i)\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(t_j)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x}_i)\bar{\bar{\mathbf{H}}}^*(t_j) - \mathbf{P}_2(\mathbf{x}_i, t_j)\mathbf{H}(\mathbf{x}_i)\bar{\mathbf{H}}(t_j)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(\mathbf{x}_i)\bar{\bar{\mathbf{H}}}^*(t_j)$$

or the fundamental matrix equation is written as

$$\mathbf{W}\mathbf{A} + \mathbf{Z}\bar{\mathbf{A}} = \mathbf{G} \rightarrow [\mathbf{W}; \mathbf{Z}; \mathbf{G}]; \quad (14)$$

where

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} W(x_0, t_0) \\ W(x_0, t_1) \\ \vdots \\ W(x_0, t_N) \\ W(x_1, t_0) \\ W(x_1, t_1) \\ \vdots \\ W(x_1, t_N) \\ \vdots \\ W(x_N, t_N) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} g(x_0, t_0) \\ g(x_0, t_1) \\ \vdots \\ g(x_0, t_N) \\ g(x_1, t_0) \\ g(x_1, t_1) \\ \vdots \\ g(x_1, t_N) \\ \vdots \\ g(x_N, t_N) \end{bmatrix}.$$

On the other hand, by following the same procedure for the conditions (2), we obtain the matrix equations as follows;

$$\begin{aligned}
u(x, 0) &= \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(0)\mathbf{A} = f(x), \quad a \leq x \leq b \\
u_t(x, 0) &= \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(0)\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A} = h(x), \quad a \leq x \leq b \\
u(a, t) &= \mathbf{H}(a)\bar{\mathbf{H}}(t)\mathbf{A} = k(t), \quad 0 \leq t \leq T \\
u(b, t) &= \mathbf{H}(b)\bar{\mathbf{H}}(t)\mathbf{A} = l(t), \quad 0 \leq t \leq T.
\end{aligned} \tag{15}$$

Then, by putting the proper collocation points (x_i, t_j) unused in the conditions (2) into the system (15), we obtain the fundamental matrix equation for conditions (2) in the form

$$\mathbf{U}\mathbf{A} + \mathbf{O}\bar{\mathbf{A}} = \mathbf{S} \rightarrow [\mathbf{U}; \mathbf{O}; \mathbf{S}] \tag{16}$$

where $\mathbf{O}=[0 \ 0 \ 0 \ \dots 0]$ (zero matrix) : $\mathbf{U}$ and $\mathbf{S}$ are defined by the system

$$\begin{aligned}
\mathbf{H}(x_i)\bar{\mathbf{H}}(0)\mathbf{A} &= f(x_i), \quad a < x_i < b \\
\mathbf{H}(x_i)\bar{\mathbf{H}}(0)\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A} &= h(x_i), \quad a < x_i < b \\
\mathbf{H}(a)\bar{\mathbf{H}}(t_j)\mathbf{A} &= k(t_j), \quad 0 < t_j < T \\
\mathbf{H}(b)\bar{\mathbf{H}}(t_j)\mathbf{A} &= l(t_j), \quad 0 < t_j < T.
\end{aligned}$$

Consequently, to obtain the unknown Hermite coefficient matrix $\mathbf{A}$, by replacing the row matrices of the augmented matrix (16) by the proper rows of the augmented matrix (14), we find the required augmented matrix $[\tilde{\mathbf{W}}; \tilde{\mathbf{Z}}; \tilde{\mathbf{G}}]$ and thereby,

$$\tilde{\mathbf{W}}\mathbf{A} + \tilde{\mathbf{Z}}\bar{\mathbf{A}} = \tilde{\mathbf{G}}.$$

By solving this nonlinear system with Hermite coefficients, the approximate solution $u(x, t)$ is obtained in the form (3).

4. Accuracy of Solution

We can easily test the accuracy of the obtained solutions as follows: since the truncated Hermite series (3) is an approximation solution of Eq.(1), when the function $u_N(x, t)$ and its derivatives are substituted in Eq.(1), the resulting equation must be approximately satisfied; that is, for $x_p \in [a, b]$ and $t_q \in [0, T]$, $p = 0, 1, \dots, P$; $q = 0, 1, \dots, Q$,

$$\begin{aligned}
R_N(x_p, t_q) &= \frac{\partial u_N}{\partial t}(x_p, t_q) - P_1(x_p, t_q) \frac{\partial u}{\partial x}(x_p, t_q) u_N(x_p, t_q) - P_2(x_p, t_q) u_N^2(x_p, t_q) \\
&\quad - I(x_p, t_q) - g(x_p, t_q) = 0
\end{aligned} \tag{17}$$

where

$$I(x, t) = \int_0^t K(t, s) u_N(x, s) ds.$$

If $R_N(x_p, t_q) \leq 10^{-k_{pq}}$ (k_{pq} is positive integer) or $\max(10^{-k_{pq}}) = 10^{-k}$ (k is positive integer) is prescribed, then the truncation limit N is increased until the difference $R_N(x_p, t_q)$ at each of the points (x_p, t_q) becomes smaller than the prescribed 10^{-k} (Bülbül and Sezer, 2013; 5).

5. Illustrative Examples

Example 1: We consider first order nonlinear partial integro-differential equations

$$u_t(x, t) = g(x, t) - u_x(x, t)u(x, t) + u^2(x, t) - 2 \int_0^t u(x, s)ds \quad (18)$$

under the initial and Dirihlet boundary conditions

$$u(x, 0) = x, \quad u_t(x, 0) = 1, \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (19)$$

$$u(0, t) = t, \quad u(1, t) = 1 + t, \quad 0 \leq x \leq 1$$

where $g(x, t) = 1 + x + t - x^2$ and exact solution of the problem is $u(x, t) = x + t$.

For $N = 1$, collocation points (13) are obtained as

$$(x_0, t_0) = (0, 0), \quad (x_0, t_1) = (0, 1), \quad (x_1, t_0) = (1, 0), \quad (x_1, t_1) = (1, 1) \quad (20)$$

From Eq. (9) we have

$$u_t(x, t) = \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A} \quad (21)$$

$$u_x(x, t)u(x, t) = \mathbf{H}(x)\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(x)\bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}}$$

$$u^2(x, t) = \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(x)\bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}}$$

Hence, we obtain

$$\begin{aligned} u_t(x, t) &= \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A} = [H_0(x) \quad H_1(x)] \begin{bmatrix} \mathbf{H}(t) & 0 \\ 0 & \mathbf{H}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M} & 0 \\ 0 & \mathbf{M} \end{bmatrix} \mathbf{A} \\ &= [0 \quad 2H_0(x) \quad 0 \quad 2H_1(x)] \mathbf{A} = [0 \quad 2 \quad 0 \quad 4x] \mathbf{A} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} u_x(x, t)u(x, t) &= \mathbf{H}(x)\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(x)\bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}} = [1 \quad 2x] \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{H}(t) & 0 \\ 0 & \mathbf{H}(t) \end{bmatrix} \bar{\bar{\mathbf{H}}}(x)\bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}} \\ &= [0 \quad 0 \quad 2H_0(x) \quad 2H_1(x)] \begin{bmatrix} \mathbf{H}(x) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{H}(x) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{H}(x) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mathbf{H}(x) \end{bmatrix} \bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}} \\ &= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 2 \quad 4x \quad 4t \quad 8xt] \bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}} \\ &= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 2 \quad 4t \quad 4x \quad 8xt \quad 4t \quad 8t^2 \quad 8xt \quad 16xt^2] \bar{\mathbf{A}} \end{aligned} \quad (23)$$

where

$$\bar{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} a_{00}A \\ a_{01}A \\ a_{10}A \\ a_{11}A \end{bmatrix}$$

and

$$u^2(x, t) = \mathbf{H}(x)\bar{\mathbf{H}}(t)\bar{\bar{\mathbf{H}}}(x)\bar{\bar{\bar{\mathbf{H}}}}(t)\bar{\mathbf{A}}$$

$$\begin{aligned}
&= [H_0(x) \quad H_1(x)] \begin{bmatrix} H(t) & 0 \\ 0 & H(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{H}(t) & 0 \\ 0 & \bar{H}(t) \end{bmatrix} \bar{\bar{H}}(t) \bar{A} \\
&= \begin{bmatrix} 1 & 2x & 2t & 4xt & 2x & 4x^2 & 4xt & 8x^2 \end{bmatrix} \bar{\bar{H}}(t) \bar{A} \\
&= \begin{bmatrix} 1 & 2t & 2x & 4xt & 2t & 4t^2 & 4xt & 8xt^2 & 2x & 4xt & 4x^2 & 8x^2t & 4xt & 8xt^2 & 8x^2t & 16x^2t^2 \end{bmatrix} \bar{\bar{H}}(t) \bar{A}
\end{aligned} \tag{24}$$

and

$$\begin{aligned}
-2 \int_0^t u(x, s) ds &= 2H(x) \int_0^t \bar{H}(t) ds A = 2H(x) \int_0^t \begin{bmatrix} H(s) & 0 \\ 0 & H(s) \end{bmatrix} ds A \\
&= 2[H_0(x) \quad H_1(x)] \int_0^t \begin{bmatrix} 1 & 2s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2s \end{bmatrix} ds A = 2[1 \quad 2x] \begin{bmatrix} t & t^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & t & t^2 \end{bmatrix} \\
&= [2t \quad 2t^2 \quad 4xt \quad 4xt^2] A
\end{aligned} \tag{25}$$

We now ready to construct the fundamental matrix equation for Eq.(18). For this aim, by substituting the matrix relations (21), (22), (23),(24) and (25) into Eq.(18), we can write the matrix equation as

$$\begin{aligned}
u_t(x, t) &= g(x, t) - u_x(x, t)u(x, t) + u^2(x, t) - 2 \int_0^t u(x, s) ds \\
H(x)\bar{H}(t)\bar{M}A &= g(x, t) - H(x)M\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t)\bar{A} + H(x)\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t)\bar{A} - I(x)A
\end{aligned}$$

From here, the matrix equation obtained as

$$\begin{aligned}
\left(H(x)\bar{H}(t)\bar{M} + I(x) \right) A + \left(H(x)M\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t) - H(x)\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t) \right) \bar{A} &= g(x, t) \\
W(x, t)A + Z(x, t)\bar{A} &= g(x, t)
\end{aligned} \tag{26}$$

where

$$\begin{aligned}
W(x, t) &= H(x)\bar{H}(t)\bar{M} + I(x) \\
Z(x, t) &= H(x)M\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t) - H(x)\bar{H}(t)\bar{H}(x)\bar{\bar{H}}(t)
\end{aligned}$$

If we substitute the collocation points into Eq. (26), we obtain

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} W(x_0, t_0) \\ W(x_0, t_1) \\ W(x_1, t_0) \\ W(x_1, t_1) \end{bmatrix} A + \begin{bmatrix} Z(x_0, t_0) \\ Z(x_0, t_1) \\ Z(x_1, t_0) \\ Z(x_1, t_1) \end{bmatrix} \bar{A} &= \begin{bmatrix} g(x_0, t_0) \\ g(x_0, t_1) \\ g(x_1, t_0) \\ g(x_1, t_1) \end{bmatrix} \\
WA + Z\bar{A} &= G
\end{aligned} \tag{27}$$

where

$$\begin{aligned}
W(x, t) &= [0 \quad 2 \quad 0 \quad 4x] + [2t \quad 2t^2 \quad 4xt \quad 4xt^2] \\
&= [2t \quad 2t^2 + 2 \quad 4xt \quad 4x + 4xt^2],
\end{aligned}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 4 \\ 2 & 4 & 4 & 8 \end{bmatrix}$$

$$Z(x, t) = H(x) M \bar{H}(t) \bar{\bar{H}}(x) \bar{\bar{H}}(t) - H(x) \bar{H}(t) \bar{\bar{H}}(x) \bar{\bar{H}}(t)$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 4t & 4x & 8xt & 4t & 8t^2 & 8xt & 16xt^2 \end{bmatrix} -$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2t & 2x & 4xt & 2t & 4t^2 & 4xt & 8xt^2 & 2x & 4xt & 4x^2 & 8x^2t & 4xt & 8xt^2 & 8x^2t & 16x^2t^2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -1 & -2t & -2x & -4xt & -2t & -4t^2 & -4xt & -8xt^2 & 2-2x & 4t-4xt & 4x-4x^2 & 8xt-8x^2t & 4t-4xt & 8t^2-8xt^2 & 8xt-8x^2t & 0 \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 0 & 0 & -2 & -4 & 0 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 & 4 & 8 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -2 & -4 & -2 & -4 & -4 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$g(x, t) = 1 + x + t - x^2,$$

$$G = \begin{bmatrix} g(0,0) \\ g(0,1) \\ g(1,0) \\ g(1,1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Thus, fundamental matrix equation is written as

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0; & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 2 & 4 & 0 & 0; & -1 & -2 & 0 & 0 & -2 & -4 & 0 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 & 4 & 8 & 0 & 0; & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 4; & -1 & 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 8; & -1 & -2 & -2 & -4 & -2 & -4 & -4 & -8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

We take proper collocation points as $x_1 = 1, t_1 = 1$, by putting this collocation points into Eq.(19), we have

$$\begin{aligned} u(1,0) = 1, & \quad H(1) \bar{H}(0) A = [1 \ 0 \ 2 \ 0] A = 1 \\ u_t(1,0) = 1 & \quad H(1) \bar{H}(0) \bar{M} A = [0 \ 2 \ 0 \ 4] A = 1 \\ u(0,1) = 1 & \quad H(0) \bar{H}(1) A = [1 \ 2 \ 0 \ 0] A = 1 \\ u(1,1) = 2 & \quad H(1) \bar{H}(1) A = [1 \ 2 \ 2 \ 4] A = 2 \end{aligned}$$

So, we obtain the fundamental matrix equation for conditions (19) in the form

$$UA + O\bar{A} = S \rightarrow [U; O; S] \quad (28)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

The solution of the problem (18)-(19) has found in three different way. Firstly, we found the solution according to initial conditions by replacing the row matrices of the augmented matrix of Eq.(27) by the rows of the initial conditions of the augmented matrix (28), we find the required augmented matrix $[\tilde{W}; \tilde{Z}; \tilde{G}]$ as

- $\begin{cases} u(x, 0) = x \\ u_t(x, 0) = 1 \end{cases}$ **The solution according to initial conditions:**

$$\tilde{W}A + \tilde{Z}\tilde{A} = \tilde{G} \rightarrow [\tilde{W}; \tilde{Z}; \tilde{G}]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0; & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 2 & 4 & 0 & 0; & -1 & -2 & 0 & 0 & -2 & -4 & 0 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 & 4 & 8 & 0; & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \end{bmatrix}$$

By solving this nonlinear system with Hermite coefficients,

$$2a_{01} - a_{00}a_{00} + 2a_{10}a_{00} = 1$$

$$2a_{00} + 4a_{01} - a_{00}a_{00} - 2a_{00}a_{01} - 2a_{01}a_{00} - 4a_{01}a_{01} + 2a_{10}a_{00} + 4a_{10}a_{01} + 4a_{11}a_{00} + 8a_{11}a_{01} = 2$$

$$a_{00} + 2a_{10} = 1$$

$$2a_{01} + 4a_{11} = 1$$

So, we obtain these coefficients as

$$\left\{ a_{00} = 0, \quad a_{01} = \frac{1}{2}, \quad a_{10} = \frac{1}{2}, \quad a_{11} = 0 \right\}$$

Then, the approximate solution $u(x, t)$ is obtained in the form (3), as following

$$u(x, t) = \frac{1}{2}H_0(x)H_1(t) + \frac{1}{2}H_1(x)H_0(t) = t + x$$

Secondly, we found the solution according to boundary conditions by replacing the row matrices of the augmented matrix (27) by the rows of the boundary conditions of the augmented matrix (20). We have

- $\begin{cases} u(0, t) = t \\ u(1, t) = t + 1 \end{cases}$ **The solution according to boundary conditions:**

$$\text{For } t_1 = 1, \quad \begin{cases} u(0, 1) = 1 \\ u(1, 1) = 2 \end{cases}$$

$$UA + 0\bar{A} = S \rightarrow [U; 0; S]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W}A + \tilde{Z}\bar{A} = \tilde{G} \rightarrow [\tilde{W}; \tilde{Z}; \tilde{G}]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0; & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 2 & 4 & 0 & 0; & -1 & -2 & 0 & 0 & -2 & -4 & 0 & 0 & 2 & 4 & 0 & 0 & 4 & 8 & 0 & 0; & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

From the solution of the nonlinear system, we obtain $A = [0 \quad 1/2 \quad 1/2 \quad 0]^T$. So, the approximate solution $u(x, t)$ is obtained as

$$u(x, t) = \frac{1}{2}H_0(x)H_1(t) + \frac{1}{2}H_1(x)H_0(t) = t + x$$

Finally, we found the solution according to initial and Dirichlet conditions by replacing the row matrices of the augmented matrix (27) by the rows of the initial and Dirichlet conditions of the augmented matrix (20). We have

$$\bullet \left. \begin{array}{l} u(x, 0) = x \\ u(0, t) = t \\ u(1, t) = t + 1 \end{array} \right\} \text{The solution according to initial and Dirichlet conditions:}$$

$$\begin{array}{l} u(0, 0) = 0 \\ \text{For } x_0 = 0, t_1 = 1, u(0, 1) = 1 \\ u(1, 1) = 2 \end{array}$$

$$UA + 0\bar{A} = S \rightarrow [U; 0; S]$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W}A + \tilde{Z}\bar{A} = \tilde{G} \rightarrow [\tilde{W}; \tilde{Z}; \tilde{G}]$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0; & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 4; & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0; & 2 \end{bmatrix}$$

From the solution of the nonlinear system, we obtain $A = [0 \quad 1/2 \quad 1/2 \quad 0]^T$. So, the approximation solution $u(x, t)$ is obtained as

$$u(x, t) = \frac{1}{2}H_0(x)H_1(t) + \frac{1}{2}H_1(x)H_0(t) = t + x$$

This solution gives the exact solution of the problem (18)-(19).

6. Conclusion

As partial differential equations are solved by many different methods, partial integro-differential equations are also studied with some numerical methods. In this paper, we have proposed to a new solution method based on Hermite polynomials for solving nonlinear partial integro-differential equations which are equations mostly occur in many fields of engineering, mathematics, physics, finance, biology and so on. There are difficulties in obtaining numerical and analytical solving of such equations. But, in many cases, approximate solutions of these equations are required. Therefore, the presented method can be proposed. The numerical example has shown that validity and applicability of the method. Also, the proposed method can be widen to solve any other of the nonlinear partial integro-differential equations and to make their error analysis with some modifications.

References

- Arfken, G. B., & Weber, H. J. (2013). *Mathematical methods for physicists*. Academic Press
- Avazzadeh, Z., Rizi, Z. B., Ghaini, F. M., & Loghmani, G. B. (2012). A numerical solution of nonlinear parabolic-type Volterra partial integro-differential equations using radial basis functions. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 36(5), 881-893.
- Akgönüllü, N., Şahin, N., & Sezer, M. (2011). A Hermite collocation method for the approximate solutions of high-order linear Fredholm integro-differential equations. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, 27(6), 1707-1721.
- Bülbül, B., & Sezer, M. (2013). A new approach to numerical solution of nonlinear Klein-Gordon equation. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013.
- Dehghan, M., & Fakhar-Izadi, F. (2011). The spectral collocation method with three different bases for solving a nonlinear partial differential equation arising in modeling of nonlinear waves. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(9-10), 1865-1877.
- Fakhar-Izadi, F., & Dehghan, M. (2013). An efficient pseudo-spectral Legendre–Galerkin method for solving a nonlinear partial integro-differential equation arising in population dynamics. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 36(12), 1485-1511.
- Gürbüz, B., & Sezer, M. (2017). A New Computational Method Based on Laguerre Polynomials for Solving Certain Nonlinear Partial Integro Differential Equations. *Acta Physica Polonica A*, 132(3), 561-563.
- Guo, B. Y., & Shen, J. (2000). Laguerre-Galerkin method for nonlinear partial differential equations on a semi-infinite interval. *Numerische Mathematik*, 86(4), 635-654.
- Jackiewicz, Z., & Zubik-Kowal, B. (2006). Spectral collocation and waveform relaxation methods for nonlinear delay partial differential equations. *Applied Numerical Mathematics*, 56(3-4), 433-443.

- Karamete, A., & Sezer, M. (2002). A Taylor collocation method for the solution of linear integro-differential equations. *International Journal of Computer Mathematics*, 79(9), 987-1000.
- Matthies, H. G., & Keese, A. (2005). Galerkin methods for linear and nonlinear elliptic stochastic partial differential equations. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 194(12-16), 1295-1331.
- Rainville, E.D. 1960. *Special functions*. The Macmillan Company, 365 p., New York.
- Tari, A., Rahimi, M. Y., Shahmorad, S., & Talati, F. (2009). Solving a class of two-dimensional linear and nonlinear Volterra integral equations by the differential transform method. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 228(1), 70-76.

INSAC-18-1303

Hermite Polynomial Solutions of the One-Dimensional Parabolic
Convection–Diffusion Problems by Using Matrix-Collocation
Method (Elif YALÇIN, Mehmet SEZER)

Hermite Polynomial Solutions of the One-Dimensional Parabolic Convection–Diffusion Problems by Using Matrix-Collocation Method

Elif YALÇIN¹, Mehmet SEZER²

¹ Department of Mathematics, Manisa Celal Bayar University, E-mail: elfyln@gmail.com

² Department of Mathematics, Manisa Celal Bayar University, E-mail: mehmet.sezer@cbyu.edu.tr

Abstract In this paper, we introduce a Hermite collocation method for approximation solution of one-dimensional parabolic convection-diffusion problems. These problems arise in many scientific fields to define the behavior of systems such as engineering, ecology, biology, physics and chemistry. The method reduces the equation and its conditions to an algebraic equations system with unknown Hermite coefficient with the aid of collocation points. The Hermite coefficients in the solution of the problem are obtained by solving this equation system. So, the approximation solution based on truncated Hermite series form is obtained. Besides, to demonstrate the correctness and validity of the method, a test problem is given with error estimation. The results reveals that the method is very usefulness and effective.

Key words: Hermite polynomials and series, Matrix-collocation method, Convection–diffusion problem

1. Introduction

In this paper, we consider the following one- dimensional parabolic convection-diffusion equation:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \epsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + P_1(x) \frac{\partial u}{\partial x} + P_2(x)u = f(x, t), \quad 0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T \quad (1)$$

with initial conditions

$$u(x, 0) = m(x), \quad 0 \leq x < \infty \quad (2)$$

and the boundary conditions

$$u(0, t) = n(x), \quad u(l, t) = h(x), \quad 0 \leq t \leq l \leq T < \infty \quad (3)$$

where $f(x, t)$, $P_1(x)$, $P_2(x)$, $m(x)$, $n(x)$ and $h(x)$ are functions on $[0, l] \times [0, T]$ also T and l are appropriate constants. One- dimensional parabolic convection-diffusion equations are solved some different numerical methods (Clavero et al, 2003; Chertock and Kurganov, 2010; El-Gamel, 2006; Gracia and O’Riordan, 2016; Kadalbajoo and Awasthi, 2006; Lenferink, 2002; Phongthanapanich and Dechaumphai, 2009; Ramos 2005; Kadalbajoo et al, 2008; Sharifi and Rashidinia, 2018; Yüzbaşı and Şahin, 2013). The method proposed in this study is regard to the matrix collocation method given by Sezer and coworker (Gürbüz and Sezer; 2017). In this study, we search for a numerical solution of one- dimensional parabolic convection-diffusion equation Eq. (1) with the conditions (2) and (3) in the truncated Hermite series form

$$u(x, t) \cong u_N(x, t) = \sum_{n=0}^N \sum_{m=0}^N a_{n,m} H_{n,m}(x, t), \quad H_{n,m}(x, t) = H_n(x) H_m(t) \quad (4)$$

where $a_{n,m}$, $n, m = 0, 1, \dots, N$ are the unknown Hermite coefficient and $H_n(x)$, $n = 0, 1, \dots, N$ are the Hermite polynomials defined by (Akgönüllü et al, 2010:1708).

$$H_n(x) = \sum_{k=0}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} \frac{(-1)^k n! 2^{n-2k}}{(n-2k)! k!} x^{n-2k} \quad (5)$$

The first few Hermite polynomials can be given as, explicit expressions form (5);

$$H_0(x) = 1, H_1(x) = 2x, H_2(x) = 4x^2 - 2, H_3(x) = 8x^3 - 12x$$

Also, the sequence of Hermite polynomials $\{H_n(x)\}$ satisfies the recursion relation (Arfken, 2013;643)

$$H_n'(x) = 2nH_{n-1}(x), \quad n \geq 2 \quad (6)$$

$$\text{with } H_0'(x) = 0, H_1'(x) = 2H_0(x)$$

This study which proposes a method based on Hermite series form consists of 6 sections. In the second section, fundamental matrix relations required for the method are given. Hermite matrix-collacation method is introduced in the section three and the accuracy of solution is given in section four. The proposed method is applied to test problem in the Section 5. Lastly, some conclusions are given in the Section 6.

2. Fundamental Matrix Relations

Firstly, we assume that Eq. (1) has an approximation solution based on truncated Hermite series form. We transform the approximation solution given in Eq. (4) to matrix form as following

$$u(x, t) = H(x)\bar{H}(t)A \quad (7)$$

where

$$H(x) = [H_0(x) \ H_1(x) \ \dots \ H_N(x)], \quad \bar{H}(t) = \begin{bmatrix} H(t) & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & H(t) \end{bmatrix}$$

$$A = [a_{0,0} \ a_{0,1} \ \dots \ a_{0,N} \ a_{1,0} \ a_{1,1} \ \dots \ a_{1,N} \ \dots \ a_{N,0} \ a_{N,1} \ \dots \ a_{N,N}]^T.$$

Besides, the matrix form of $H(x)$ is defined by means of (5) as;

$$H(x) = X(x)F, \quad \bar{H}(t) = \bar{X}(t)\bar{F} \quad (8)$$

where

$$X(x) = [1 \ x \ \dots \ x^N], \quad X(t) = [1 \ t \ \dots \ t^N]$$

$$\bar{X}(t) = \text{diag}[X(t), X(t), \dots, X(t)], \quad \bar{F} = \text{diag}[F, F, \dots, F]$$

$$\mathbf{F}^T = \begin{bmatrix} \frac{(-1)^0 0! 2^0}{0!0!} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(-1)^0 1! 2^1}{0!1!} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \frac{(-1)^1 2! 2^0}{1!0!} & 0 & \frac{(-1)^0 2! 2^2}{0!2!} & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & 0 & 0 \\ \frac{(-1)^{N/2} N! 2^0}{\left(\frac{N}{2}\right)!0!} & 0 & \frac{(-1)^{\frac{N}{2}-1} N! 2^2}{\left(\frac{N}{2}-1\right)!2!} & 0 & \dots & 0 & \frac{(-1)^0 N! 2^N}{0!N!} \\ \text{N is even} \leftarrow & & & & & & \\ 0 & \frac{(-1)^{(N-1)/2} N! 2^1}{\left(\frac{N-1}{2}\right)!1!} & 0 & \frac{(-1)^{(N-1)/2-1} N! 2^3}{\left(\frac{N-1}{2}-1\right)!3!} & \dots & 0 & \frac{(-1)^0 N! 2^N}{0!N!} \\ \text{N is odd} \leftarrow & & & & & & \end{bmatrix}$$

Also, the derivatives of $\mathbf{H}(\mathbf{x})$ and $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})$ can be expressed in the matrix form as

$$\mathbf{H}'(\mathbf{x}) = \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}, \quad \mathbf{H}''(\mathbf{x}) = \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}^2, \quad (9)$$

$$\bar{\mathbf{H}}'(\mathbf{t}) = \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\mathbf{M}}, \quad \bar{\mathbf{H}}''(\mathbf{t}) = \bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})(\bar{\mathbf{M}})^2$$

where

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 2.1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 2N & 0 \end{bmatrix}^T, \quad \bar{\mathbf{M}} = \text{diag}(\mathbf{M}, \mathbf{M}, \dots, \mathbf{M})$$

So, by using the matrix relations (7) - (9), we have derivatives of $\mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{t})$ as following:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}(\mathbf{x}, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} \\ \mathbf{u}_t(\mathbf{x}, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\mathbf{M}}\mathbf{A} \\ \mathbf{u}_x(\mathbf{x}, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} \\ \mathbf{u}_{xx}(\mathbf{x}, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}^2\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} \end{aligned} \quad (10)$$

If we apply same steps for conditions (2)-(3), we have

$$\begin{aligned} \mathbf{u}(\mathbf{x}, 0) &= \mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(0)\mathbf{A} = \mathbf{m}(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in [0, 1] \\ \mathbf{u}(0, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(0)\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} = \mathbf{n}(\mathbf{t}) \quad \mathbf{t} \in [0, T] \\ \mathbf{u}(1, \mathbf{t}) &= \mathbf{H}(1)\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\mathbf{A} = \mathbf{h}(\mathbf{t}) \quad \mathbf{t} \in [0, T] \end{aligned} \quad (11)$$

3. Hermite Matrix-Collcation Method

We get main matrix equation by substituting matrix relations (10) into Eq. (1) as

$$\begin{aligned} \{\mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\bar{\mathbf{M}} - \epsilon \mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}^2\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t}) + \mathbf{P}_1(\mathbf{x})\mathbf{H}(\mathbf{x})\mathbf{M}\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t}) + \mathbf{P}_2(\mathbf{x})\mathbf{H}(\mathbf{x})\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{t})\}\mathbf{A} &= [\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{t})] \\ \mathbf{W}(\mathbf{x}, \mathbf{t})\mathbf{A} &= \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{t}) \end{aligned} \quad (12)$$

In Eq. (12), we substitute the collocation points defined by

$$x_i = a + \frac{b-a}{N}i, \quad t_j = \frac{T}{N}j; \quad i, j = 0, 1, \dots, N \quad (13)$$

and then we get the system of the matrix equations as

$$W(x_i, t_j) \mathbf{A} = F(x_i, t_j), \quad i, j = 0, 1, \dots, N$$

$$\{ \mathbf{H}(x_i) \bar{\mathbf{H}}(t_j) \bar{\mathbf{M}} - \epsilon \mathbf{H}(x_i) \mathbf{M}^2 \bar{\mathbf{H}}(t_j) + P_1(x_i) \mathbf{H}(x_i) \mathbf{M} \bar{\mathbf{H}}(t_j) + P_2(x_i) \mathbf{H}(x_i) \bar{\mathbf{H}}(t_j) \} \mathbf{A} = [f(x_i, t_j)]$$

or the main matrix equation

$$\mathbf{W} \mathbf{A} = \mathbf{G} \rightarrow [\mathbf{W}; \mathbf{G}] \quad (14)$$

where

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} W(x_0, t_0) \\ W(x_0, t_1) \\ \vdots \\ W(x_0, t_N) \\ W(x_1, t_0) \\ W(x_1, t_1) \\ \vdots \\ W(x_1, t_N) \\ \vdots \\ W(x_N, t_N) \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} G(x_0, t_0) \\ G(x_0, t_1) \\ \vdots \\ G(x_0, t_N) \\ G(x_1, t_0) \\ G(x_1, t_1) \\ \vdots \\ G(x_1, t_N) \\ \vdots \\ G(x_N, t_N) \end{bmatrix}$$

In addition to, by following the same steps for the conditions (2) and (3), the matrix equations are obtained as follows;

$$u(x, 0) = \mathbf{H}(x) \bar{\mathbf{H}}(0) \mathbf{A} = m(x),$$

$$u(0, t) = \mathbf{H}(0) \bar{\mathbf{H}}(t) \mathbf{A} = n(t), \quad (15)$$

$$u(1, t) = \mathbf{H}(1) \bar{\mathbf{H}}(t) \mathbf{A} = h(t),$$

Similarly, by putting collocation points (13) into the unused initial and boundary conditions (2) and (3), we get

$$\mathbf{U} \mathbf{A} = \mathbf{C} \rightarrow [\mathbf{U}; \mathbf{C}] \quad (16)$$

where

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} U(x_i, 0) \\ U(b, t_j) \\ U(a, t_j) \end{bmatrix}, \quad \rightarrow \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} m(x_i) \\ n(t_j) \\ h(t_j) \end{bmatrix}$$

Finally, we replacing the row matrices of the augmented matrix (16) by the proper rows of the augmented matrix (14) to find the unknown Hermite coefficient matrix A. For this reason the required augmented matrix is obtained as following

$$\tilde{W}A = \tilde{G} \rightarrow A = (\tilde{W})^{-1}\tilde{G}$$

4. Accuracy of Solution

In this section, we use the residual error function for testing the accuracy of the solutions. Firstly, the function $u_N(x, t)$ and its derivatives are replaced in Eq. (1). So residual function of the problem (1)-(3) defined as

$$R_N(x_p, t_q) = \frac{\partial u_N}{\partial t}(x_p, t_q) - \epsilon \frac{\partial^2 u_N}{\partial x^2}(x_p, t_q) + P_1(x_p) \frac{\partial u}{\partial x}(x_p, t_q) + P_2(x_p) u_N(x_p, t_q) - f(x_p, t_q) \cong 0,$$

$$x_p \in [a, b] \text{ and } t_q \in [0, T],$$

where if $R_N(x_p, t_q) \leq 10^{-k_{pq}}$ k_{pq} is positive integer. (or if $\max(10^{-k_{pq}}) = 10^{-k}$, k is positive integer) So the truncation limit N is increased pending difference $R_N(x_p, t_q)$ at each points smaller than value of 10^{-k} (Gürbüz and Sezer, 2017:199).

5. Illustrative Examples

In this section, we give an example to illustrate the applicability and effectiveness of the proposed method. All calculation of the example is carry out on Matlab R2013b.

Example 1 we consider the one-dimensional parabolic convection–diffusion equation

$$u_t(x, t) - \epsilon u_{xx}(x, t) + (2x + 1)u_x + x^2 u(x, t) = \frac{e^{x+t}}{\epsilon} (x^2 + 2x + 2 - \epsilon), \quad (17)$$

$$0 \leq x \leq 1 \text{ and } 0 \leq t \leq 1$$

under the initial condition and the boundary conditions

$$u(x, 0) = \frac{e^x}{\epsilon}, \quad x \in [0, 1] \quad (18)$$

$$u(0, t) = \frac{e^t}{\epsilon}, \quad u(1, t) = \frac{e^{1+t}}{\epsilon}, \quad t \in [0, 1]$$

The exact solution of the problem (17)-(18) is $u(x, t) = \frac{e^{x+t}}{\epsilon}$ (Yüzbaşı & Şahin, 2013; 314).

The solutions obtained for $N = 11$ and $N = 12$ by the following the same procedure in the section 3 are written in Table 1. The comparison of absolute error values are given in Table 2 for $N = 11$ and $N = 12$. Lastly, the residual errors $R_N(x_i, 1)$ of the Example 1 are shown in Table 3 for $t = 1$ and $\epsilon = 4 \cdot 10^{-2}$.

Table 1 The approximate solutions of Example 1 for and different values of N

(x,y)	For $\epsilon = 4 \cdot 10^{-2}$ Exact solution = $\frac{e^{x+t}}{\epsilon}$	For N=11 approximate solution	For N=12 approximate solution
(0,0)	25	25	25
(0.1, 0.1)	30.535068	30.535068	30.535068
(0.2, 0.2)	37.295617	37.295617	37.295617
(0.3, 0.3)	45.552970	45.552970	45.552970

(0.4, 0.4)	55.638523	55.638523	55.638523
(0.5, 0.5)	67.957046	67.957046	67.957046
(0.6, 0.6)	83.002923	83.002923	83.002923
(0.7, 0.7)	101.379999	101.379998	101.37800
(0.8, 0.8)	123.825811	123.825832	123.82581
(0.9, 0.9)	151.241187	151.241621	151.241127
(1,1)	184.726402	184.726402	184.726402

Table 2 The Error analysis of Example 1 for different values of N

(x,y)	For N=11 absolute error	For N=12 absolute error
(0,0)	0	0
(0.1, 0.1)	3.794172e-12	1.428437e-11
(0.2, 0.2)	2.189117e-11	4.374347e-11
(0.3, 0.3)	7.210020e-11	1.083495e-10
(0.4, 0.4)	1.013060e-11	5.722874e-10
(0.5, 0.5)	1.495414e-09	7.447865e-10
(0.6, 0.6)	1.721931e-08	1.986301e-09
(0.7, 0.7)	2.114950e-07	2.807688e-08
(0.8, 0.8)	2.098576e-05	2.114908e-06
(0.9, 0.9)	4.340099e-04	5.936754e-05
(1,1)	7.105427e-15	7.105427e-15

Table 3 The residual errors $R_{10}(x_i, 1)$ of the Example 1 for $t = 1$ and $\epsilon = 4.10^{-2}$

(x)	Absolute Error	$R_{10}(x_p, t_q)$
(0.0)	8.881784e-15	1.974435e-15
(0.2)	3.518222e-04	7.297581e-06
(0.4)	1.523215e-04	3.151813e-06
(0.6)	8.464704e-06	1.748742e-07
(0.8)	2.099338e-02	4.711181e-04
(1.0)	7.105427e-15	5.170608e-15

6. Conclusion

In this study, to solve one-dimensional parabolic convection-diffusion problems, we proposed and demonstrated the Hermite collocation method based on the calculation of the coefficients in the truncated Hermite series form. One of the important advantages of the method is that the Hermite coefficients of the approximation solution can be found very easily in shorter time by using computer programs as Matlab. The results given in section 5 show that if N increase the accuracy improves. As a results, the proposed method can be extended to solve different type of convection–diffusion parabolic problems with some modifications.

References

Arfken, G. B., & Weber, H. J. (2013). Mathematical methods for physicists. Academic Press

- Akgönüllü, N., Şahin, N., & Sezer, M. (2011). A Hermite collocation method for the approximate solutions of high-order linear Fredholm integro-differential equations. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, 27(6), 1707-1721.
- Clavero, C., Jorge, J. C., & Lisbona, F. (2003). A uniformly convergent scheme on a nonuniform mesh for convection-diffusion parabolic problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 154(2), 415-429.
- Chertock, A., & Kurganov, A. (2010). On splitting-based numerical methods for convection-diffusion equations. *Numerical methods for balance laws*, 24, 303-343.
- El-Gamel, M. (2006). A Wavelet-Galerkin method for a singularly perturbed convection-dominated diffusion equation. *Applied Mathematics and Computation*, 181(2), 1635-1644.
- Gürbüz, B., & Sezer, M. (2017). Laguerre Polynomial Approach for Solving Nonlinear Klein-Gordon Equations. *Malaysian Journal of Mathematical Sciences*. 11(2), 191-203.
- Gracia, J., & O'Riordan, E. (2016). Numerical approximation of solution derivatives of singularly perturbed parabolic problems of convection-diffusion type. *Mathematics of Computation*, 85(298), 581-599.
- Kadalbajoo, M. K., & Awasthi, A. (2006). A parameter uniform difference scheme for singularly perturbed parabolic problem in one space dimension. *Applied mathematics and computation*, 183(1), 42-60.
- Kadalbajoo, M. K., Gupta, V., & Awasthi, A. (2008). A uniformly convergent B-spline collocation method on a nonuniform mesh for singularly perturbed one-dimensional time-dependent linear convection-diffusion problem. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 220(1-2), 271-289.
- Lenferink, W. (2002). A second order scheme for a time-dependent, singularly perturbed convection-diffusion equation. *Journal of computational and applied mathematics*, 143(1), 49-68.
- Phongthanapanich, S., & Dechaumphai, P. (2009). Combined finite volume element method for singularly perturbed reaction-diffusion problems. *Applied Mathematics and Computation*, 209(2), 177-185.
- Ramos, J. I. (2005). A piecewise-analytical method for singularly perturbed parabolic problems. *Applied mathematics and computation*, 161(2), 501-512.
- Yüzbaşı, Ş., & Şahin, N. (2013). Numerical solutions of singularly perturbed one-dimensional parabolic convection-diffusion problems by the Bessel collocation method. *Applied Mathematics and Computation*, 220, 305-315.

INSAC-18-1310

A New Pillar[5]Arene/Nanoparticle System Fuctionalized With 3-
Aminopropyltriethoxysilane (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen)

A New Pillar[5]Arene/Nanoparticle System Fuctionalized With 3-Aminopropyltriethoxysilane

Ahmed Nuri Kursunlu*, Mustafa Özmen

University of Selcuk, Science of Faculty, Department of Chemistry and Sciences, 42075, Konya, Turkey

*ankursunlu@gmail.com

Abstract: In this study, a derivative of pillar[5]arene was firstly synthesized for the improving of a new super magnetic iron oxide nanoparticle. The characterization of pillar[5]arene was carried out by FT-IR, melting point, NMR. The supermagnetic iron oxide nanoparticles modified by using (3-aminopropyl) triethoxysilane (Fe₃O₄-APTS). Then, the synthesized pillar[5]arene was chemically anchored on iron oxide superparamagnetic nanoparticles (Fe₃O₄-APTS). The surface based on pillar[5]arene was characterized with FT-IR spectroscopy.

Keywords: Nanoparticle, Pillar[5]arene, Iron oxide, Synthesis, Characterization

Introduction

Among macromolecules, pillararene compounds linked with methylene bridges at para-positions have multi-terminals and they can be possessed for various applications such as smart polymer, drug delivery, chemosensor, transmembrane. However, pillararenes have been just reported in a few literatures for FRET-based light-harvesting systems. Ogoshi and co-workers synthesized a pillar[5]arene derivative including pyrene/perylene for an effective light-harvesting application that a FRET process carried out from pyrene to perylene depending on the smart interlocked structure. The properties of a useful host compound can be listed by the following points, (i) ergonomic shape, (ii) cheap synthesis, (iii) highly solubility, (iv) easy functionality, (v) homologues and host-guest ability-cavity size. Before pillar[n]arenes, the most well-known host molecules are cyclodextrins, crown ethers, calix[n]arenes, cucurbit[n]urils. Pillar[n]arenes combine many of the interesting features of the all well-known macrocyclic compounds. Cyclodextrins homologues can be provided from starch using an enzymatic process at a moderate price. In contrast, other host-molecules can only be produced by expensive synthetic methods in low yields. On the other hand, excellent shape of pillar[5]arenes having decameric branches and appropriate cavity enables to more complexometric interactions in enzymatic applications when other macromolecules compared [1-12].

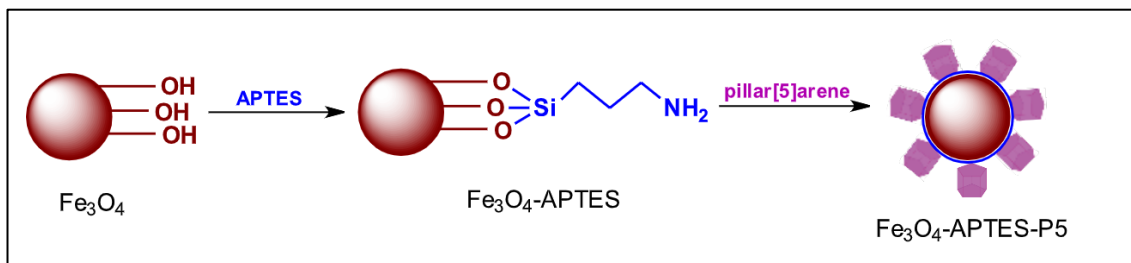
The pillar[n]arenes can be derived and functionalized for many applications. The pillar[n]arenes with 5 or 6-member rings can be generally synthesized by the condensation of 1,4-dialkoxybenzene and paraformaldehyde using BF₃·(OC₂H₅)₂ or FeCl₃ as catalyst in different solvents. Other than these catalysts, although various catalysts have been tried for the synthesis of pillar[n]arenes, sufficient yield has not been achieved. So, they facilitate many amazing molecular structures such as controllable release, bioimaging, stabilization of nanoparticles, catalysis and drug delivery. In spite of the crucial attention that pillararenes have received from the researchers, their biological functions have been rarely investigated [13-17].

Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs) have wide applications in many fields due to their magnetism and low toxicity. Magnetic nanoparticles also offer many attractive possibilities for biomedical applications in medical diagnosis and therapy, such as magnetic resonance imaging, hyperthermia, magnetic separation, and transportation of drugs to the places of diseases, due to their biocompatibility [1]. Non-covalent binding of magnetic nanoparticles to biological macromolecules like proteins, enzymes and drugs which has been recently described,

provides several biological aspects such as binding constant and site stoichiometry [2,3]. Magnetic separation is a recently developing technology and mostly applied in the field of bioseparation. The principle of this method is to utilize magnetic particles to bind the target molecules via a ligand to form a complex that can be separated from the bulk solution by magnetic field gradient which is a variation in the magnetic field with respect to position. Compared to conventional separation, the advantages of magnetic separation are attributed to its speed, accuracy, and simplicity [3]. The surface of Fe₃O₄ nanoparticles can be modified with functional molecules such as silane compounds and crosslinkers such as thioglycolic acid, oleic acids and N,N'-methylenebisacrylamide for enhancing their stability, dispersity and adjusting surface properties like hydrophilicity [4–6].

Materials and Methods

The PILLAR[5]ARENE was prepared under N₂ atmosphere. The purification was carried out by Acros silica gel 60 (32–70 mm mesh). Chloroform, borontrifluoride diethyl etherate Carbon tetraiodide 1,4-bis(2-hydroxyethoxy)benzene and (3- Aminopropyl)-triethoxysilane (APTES, 99%) were supplied from Sigma-Aldrich. Ferric chloride hexahydrate (FeCl₃.6H₂O, 4 99%), ferrous chloride tetrahydrate (FeCl₂.4H₂O, 4 99%) and ammonium hydroxide (25%, w/w) were obtained from Merck (Germany). Solvents (AR Grade) were obtained from Fischer Chemicals Pvt. Ltd., India, in high purity and were used without any purification. All chemicals were of analytical grade and used as received. IR data were taken from Bruker FT-IR.



Synthesis of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene

4- (chloromethyl) benzoylchloride (1.875 g, 10 mmol) was added dropwise at room temperature to a solution of 2,4-dimethyl-3-ethylpyrrole (2.5 mL) in 100 mL dichloromethane. The solution was then heated to 60 °C and stirred for two hours. After cooling the mixture, five equivalents of triethylamine (TEA) were added and mixed again under nitrogen atmosphere for thirty minutes. Finally, boron trifluoride diethyl etherate (7 eq.) Fluid was added slowly with the injector and stirred at 60 oC for two hours. The residue obtained as a result of removal of the solvent was purified on a column in the presence of petroleum ether: ethylacetate (8:1). As a result, a red solid was obtained.

Yield 60%. Melting Point: 183 °C, ¹H-NMR [400 MHz, CDCl₃]: (ppm) 7.41 (d, 2H, ArH), 7.18 (d, 2H, ArH) 4.63 (s, 2H, CH₂), 2.44 (s, 6H, CH₃), 2.21 (q, 4H, CH₂), 1.27 (s, 6H, CH₃) 0.89 (t, 6H, CH₃). ¹³C-NMR [100 MHz, CDCl₃]: d(ppm); 153, 139, 138, 136, 135, 132, 130, 129, 128,

45, 17, 14, 12, 11.

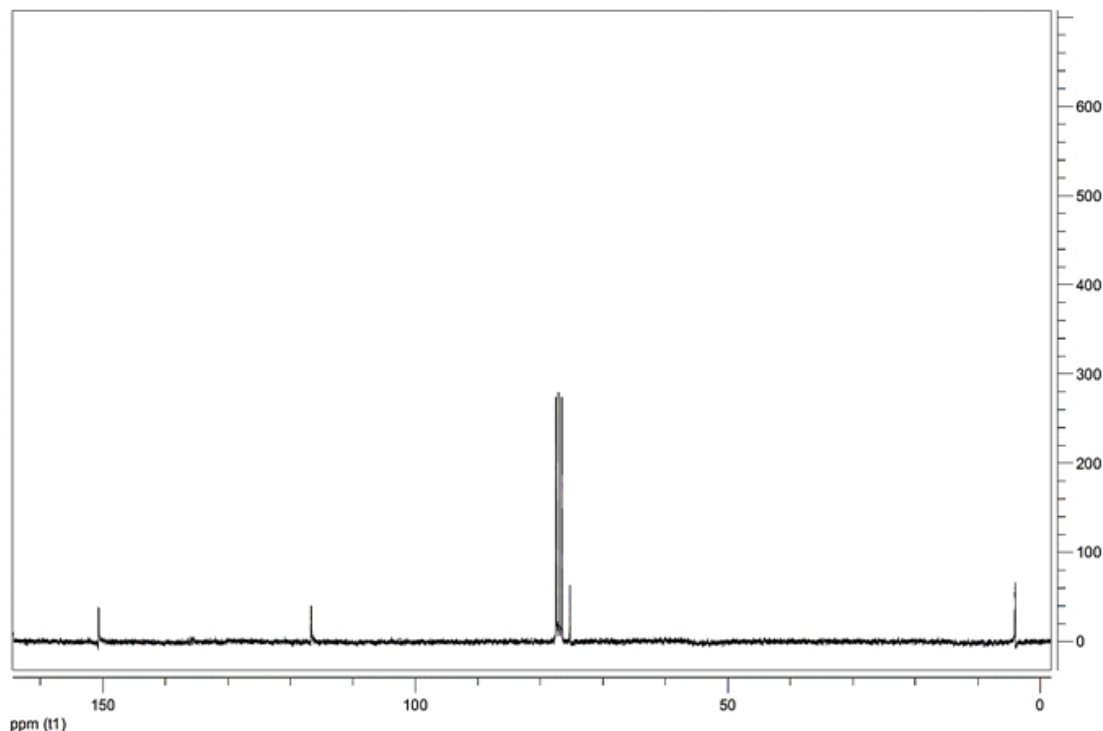


Figure 1. ^{13}C NMR of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene

Synthesis of pillar[5]arene including ten iodide terminals

Carbon tetraiodide (12.24 g, 24 mmol) was slowly added in small portions to a solution of 1,4-bis(2-hydroxyethoxy) benzene (2.38 g, 12 mmol) and triphenylphosphine (6.30 g, 12 mmol) in 100 mL of dry acetonitrile at 0 °C. Then, the reaction mixture was stirred at room temperature, and the resulting clear solution was stirred for another 3 h under Ar. 100 g of ice was added to the reaction mixture, where 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene slowly precipitated as a white solid. The product was collected by vacuum filtration, and thoroughly washed with cold methanol/water, 60:40. The white flake-like crystals were dried in a desiccator (4.37 g, 87%). ^1H -NMR (400 MHz, chloroform- d , r. t.) δ (ppm): 6.92 (s, 4H), 4.33 (t, J = 5.2 Hz, 4H), 3.52 (t, J = 5.7 Hz, 4H). ^{13}C -NMR (100 MHz) δ (ppm): 150.38, 116.10, 75.18, 4.32.

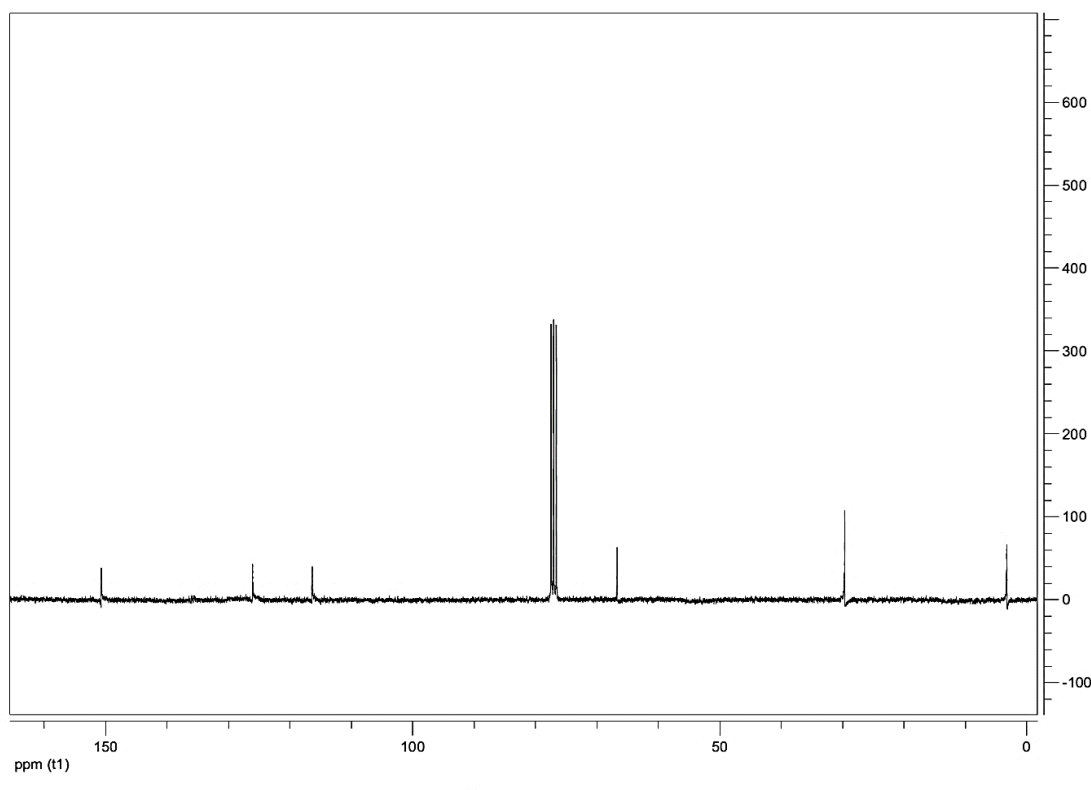


Figure 1. ^{13}C NMR of pillar[5]arene including ten iodo terminals

Modification of nanoparticles

Fe_3O_4 nanoparticles were prepared as reported elsewhere, with some alterations: 1 mL of 2 M FeCl_2 and 4.0 mL of 1 M FeCl_3 aqueous solutions were vigorously stirred, and then 50 mL of 0.5 M NaOH solution was added drop by drop, the resulting in the formation of iron oxide precipitate. The precipitate was then separated using a magnet and washed extensively with water until the supernatant reached pH 7.

APTES homogeneous solution was obtained by using ultrapure water. 0.2 g of weighed magnetite nanoparticle powder was added into the APTES solution and coating was made for 3 h under stirring. APTES coated Fe_3O_4 nanoparticles were removed from solution by settling through external magnetic field using bar magnet and washed thoroughly with water and dried at 70 °C under vacuum. Finally, pillar[5]arene was immobilized chemically to the modified nanoparticles. The magnetic material was characterized with FT-IR.

Conclusions

Fourier transform infrared (FTIR) measurements were carried out using a Bruker FT-IR/FT-NIR process spectrometer at room temperature. FTIR spectra were used to better investigate the functional groups. In the synthesized compounds, the small peaks around 2900 cm^{-1} were assigned to the stretching vibrations of the aromatic and aliphatic vibrations of the C–H bond. Moreover, the multiple sharp bands between $1600\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ assigned to the stretching vibrations of the aromatic C=C double bond were observed. The Ph-O-C stretching at 1230 cm^{-1} with a

broad-sharp band in the spectrum of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene clearly shifted to 1195 cm^{-1} and 1190 cm^{-1} in pillar[5]arene including ten iodide terminals respectively.

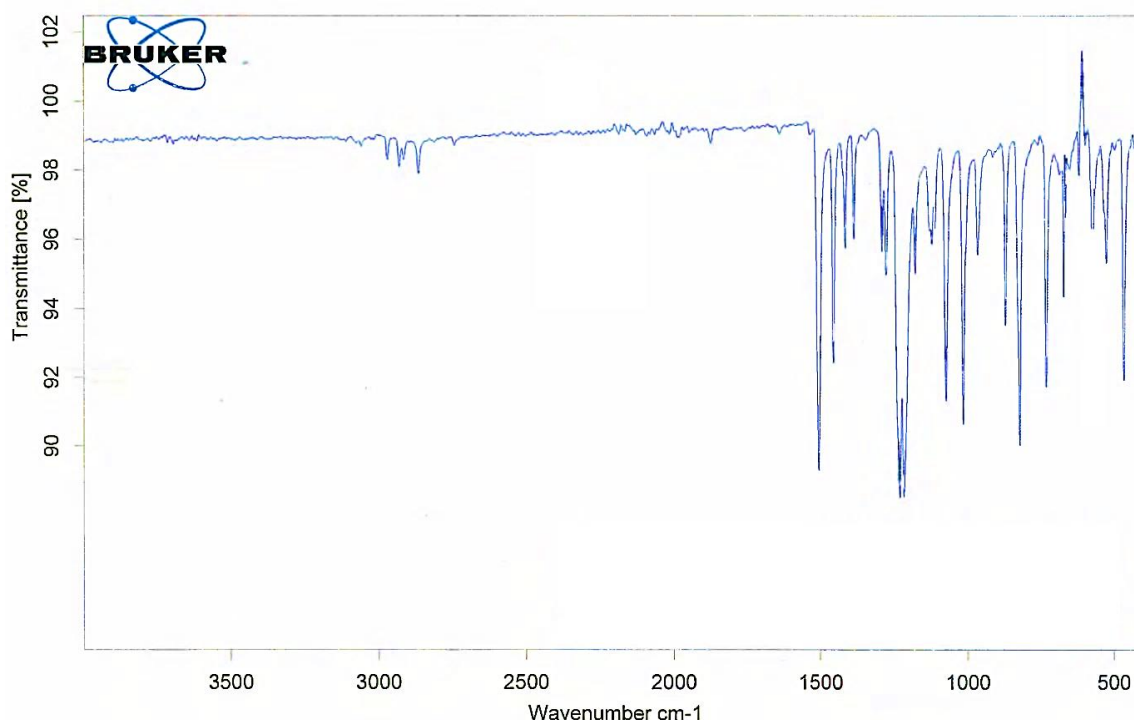


Figure 3. FT-IR spectrum of pillar[5]arene including ten iodide terminals

In the following, we gave the most essential characterization of the functionalized nanoparticles. The presence of the pillar[5]arene on the Fe_3O_4 -APTES surface was confirmed by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. FTIR spectra of Fe_3O_4 -APTS and the immobilization of the pillar[5]arene are shown in Fig. 4.

Fig. 4 shows the FT-IR spectra of the Fe_3O_4 -APTS (blue line) and nanoparticle- pillar[5]arene (red line). The FTIR bands at low wave numbers (700 cm^{-1}) are attributed to vibrations of classic Fe–O bonds of iron oxide. After the anchoring of APTS to the surface of Fe_3O_4 nanoparticles was confirmed by the bands at 1115 and 1030 cm^{-1} assigned to the Si–O. The two broad bands at 3445 and 1640 cm^{-1} can be attributed to the N–H stretching vibration and NH_2 bending mode of free NH_2 group, respectively. Moreover, the presence of the anchored propyl group was confirmed by C–H stretching vibrations that appeared around 2900 cm^{-1} . In the spectrum of nanoparticle- pillar[5]arene, the new sharp band at 1200 cm^{-1} was referred to the stretching vibration of C–O bond carried out after the binding of pillar[5]arene on the Fe_3O_4 -APTS surface. All shifts and new peaks confirmed that the designed magnetic nanoparticles were successfully prepared.

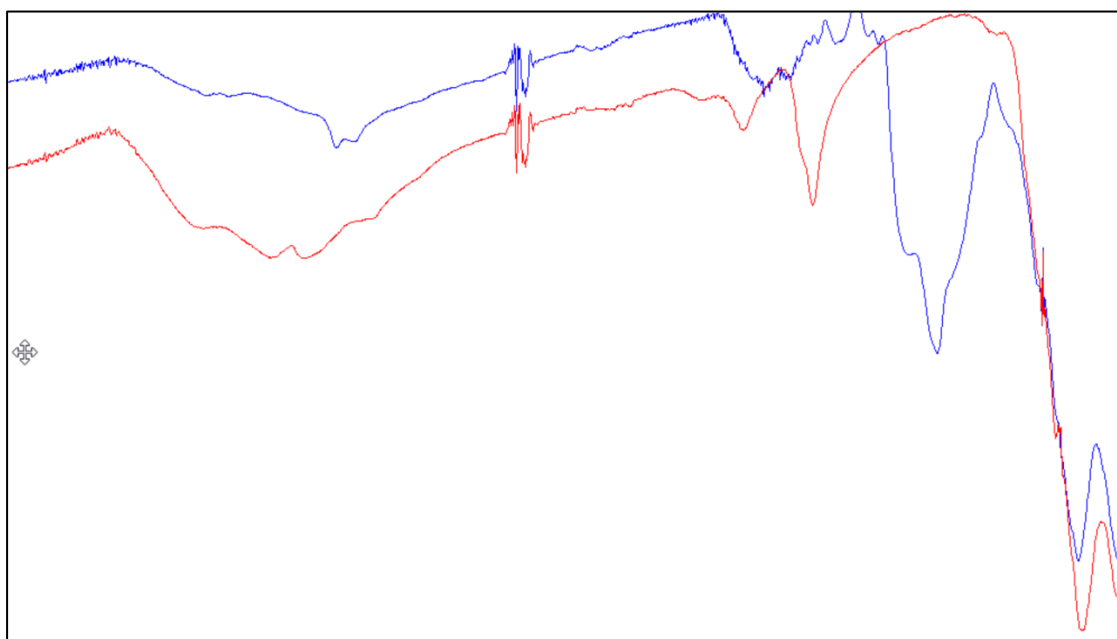


Figure 4. FT-IR spectra of Fe₃O₄-APTS and Fe₃O₄-APTS immobilized pillar[5]arene

References

- [1] T. Ogoshi, S. Kanai, S. Fujinami, T. A. Yamagishi and Y. Nakamoto (2008) *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 5022– 5023.
- [2] X. Wu, L. Gao, X. Y. Hu and L. Wang (2016) *Chem. Rec.*, 16, 1216–1227.
- [3] T. Ogoshi, T. Aoki, K. Kitajima, S. Fujinami, T. Yamagishi and Y. Nakamoto (2011) *J. Org. Chem.*, 76, 328–331.
- [4] S. N. Talapaneni, D. Kim, G. Barin, O. Buyukcikir, S. H. Je and A. Coskun (2016) *Chem. Mater.*, 28, 4460–4466.
- [5] H. Zhang and Y. L. Zhao (2013) *Chem. Eur. J.*, 19, 16862– 16879.
- [6] H. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. L. Zhao (2013) *ACS Nano*, 7, 7853–7863.
- [7] M. Tian, D. X. Chen, Y. L. Sun, Y. W. Yang and Q. Jia (2013) *RSC Adv.*, 3, 22111–22119.
- [8] G.C.Yu, W.Yu, Z.W.Mao, C.Y. Gaoand, F.H. Huang (2015) *Small*, 11, 919–925.
- [9] H. C. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. F. Zeng, S. H. Tai and Y. L. Zhao (2014) *Chem. Plus. Chem*, 79, 462–469.
- [10] C. C. Zhang, S. H. Li, C. F. Zhang, Y. Liu (2016) *Sci. Rep.*, 6, 37014-37022.
- [11] D. G. Liz, A. M. Manfredi, M. Medeiros, R. Montecinos, B. Gomez-Gonzalez, L. Garcia-Rio, F. Nome (2016) *Chem. Commun.*, 52, 3167–3170.

- [12] E. Maltas, M. Ozmen, H. C. Vural, S. Yildiz, M. Ersoz (2011) Mater. Lett., 65, 3499-3501.
- [13] Y. Zhang, N. Kohler, and M. Zhang, (2002) Biomaterials, 23, 1553-1561.
- [14] J. Choi, Y. Jun, S. I. Yeon, H. C. Kim, J. S. Shin, J. Cheon, (2006) J. Am. Chem. Soc., 128, 15982-15983.
- [15] A. K. Gupta, M. Gupta (2005). Biomaterials, 26, 3995-4021.
- [16] T. Neuberger, B. Schopf, H. Hofmann, M. Hofmann, and B. Rechenberg (2005) J. Magn. Magn. Mater., 293, 483-496.

INSAC-18-1311

The Preparation Of Supermagnetic Iron Oxide Nanoparticle Based
On Pillar[5]Arene (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen)

The Preparation Of Supermagnetic Iron Oxide Nanoparticle Based On Pillar[5]Arene

Ahmed Nuri Kursunlu*, Mustafa Özmen

University of Selcuk, Science of Faculty, Department of Chemistry and Sciences, 42075, Konya, Turkey

*ankursunlu@gmail.com

Abstract: In this study, a pillar[5]arene derivative concluding ten iodide terminals was firstly prepared by using 1,4-bis(2-hydroxyethoxy) benzene as starting material. The pillar[5]arene macromolecule was characterized by FT-IR, melting point, ¹H-NMR and ¹³C-NMR. The activated supermagnetic iron oxide nanoparticles modified by the prepared pillar[5]arene macromolecule. Then, the superparamagnetic nanoparticle immobilized pillar[5]arene was named as SPION-pillar[5]arene.

Keywords: Nanoparticle, Pillar[5]arene, Iron oxide, Synthesis, Characterization

Introduction

Macromolecular compounds have a significant for a lot of science areas such as medicine, biochemistry and chemistry. The macrocyclic compounds can develop the improving of supramolecular science. Among the macromolecular molecules, pillararene derivatives have a perfect cavity and they can interact with several organic groups. Pillar[n]arenes have been firstly synthesized in 2008 and they have a sensitive s for a range of organic/inorganic molecules. [1-5]. Pillar[n]arene molecules have special tubular shapes such as other cyclic macromolecules (crown ether, calixarene, cucurbituril, cyclodextrin). Their big cavity exhibits host-guest properties [6-12]. Pillar[n]arenes can detect to the molecules with small diameter owing to their large cavities. They are prepared in presence of BF₃.OEt₂ as Lewis base by using a 1,4-dialkoxybenzene group and paraformaldehyde. Pillararenes which possess novel host-guest binding properties and a type of macromolecules, are consist of organic group bound by -CH₂- units at 1, 4 positions. Pillar[5]arenes having five repeating units can be synthesized in high yield so they have most widely used in numerous applications. Ogoshi and co-workers prepared a new pillar[5]arene compounds in 2011 and published a lot of papers, and the studies have has speeded up pillararene science. Their super symmetrical framework differs from the known other macrocompounds that these macromolecules have been used in the detection of different analytes [13-17].

The magnetic nanostructures (Fe₃O₄ and Fe₂O₃) have been performed for many applications. The synthesis of these iron oxide nanoparticles is practice and they are nontoxic for human body. So, they used for a lot of actual biochemical applications owing to their special characteristics such as high surface area, interfacial reactivity and their greater saturation magnetization. Following the chemically immobilization for macromolecules, they can be recovery from the reaction medium in an external magnetic field.

Materials and Methods

The PILLAR[5]ARENE was prepared under N₂ atmosphere. The purification was carried out by Acros silica gel 60 (32–70 mm mesh). Chloroform, borontrifluoride diethyl etherate Carbon tetraiodide 1,4-bis(2-hydroxyethoxy)benzene were purchased from Sigma-Aldrich. Ferric chloride hexahydrate (FeCl₃.6H₂O, 4 99%), ferrous chloride tetrahydrate (FeCl₂.4H₂O, 4 99%) and ammonium hydroxide (25%, w/w) were obtained from Merck (Germany). Solvents (AR Grade) were obtained from Fischer Chemicals Pvt. Ltd., India, in high purity and were used without any purification. All chemicals were of analytical grade and used as received.

Fe₃O₄ nanoparticles were prepared by co-precipitation of Fe(II) and Fe(III) in an ammonia solution. Amine modified Fe₃O₄ was synthesized by using pillar[5]arene derivative. The covalent binding of pillar[5]arene to amine modified Fe₃O₄ was confirmed by means of Fourier Transform infrared spectroscopy.

Synthesis of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene

4- (chloromethyl) benzoylchloride (1.875 g, 10 mmol) was added dropwise at room temperature to a solution of 2,4-dimethyl-3-ethylpyrrole (2.5 mL) in 100 mL dichloromethane. The solution was then heated to 60 °C and stirred for two hours. After cooling the mixture, five equivalents of triethylamine (TEA) were added and mixed again under nitrogen atmosphere for thirty minutes. Finally, boron trifluoride diethyl etherate (7 eq.) Fluid was added slowly with the injector and stirred at 60 oC for two hours. The residue obtained as a result of removal of the solvent was purified on a column in the presence of petroleum ether: ethylacetate (8:1). As a result, a red solid was obtained.

Yield 60%. Melting Point: 183 °C, ¹H-NMR [400 MHz, CDCl₃]: (ppm) 7.41 (d, 2H, ArH), 7.18 (d, 2H, ArH) 4.63 (s, 2H, CH₂), 2.44 (s, 6H, CH₃), 2.21 (q, 4H, CH₂), 1.27 (s, 6H, CH₃) 0.89 (t, 6H, CH₃). ¹³C-NMR [100 MHz, CDCl₃]: d(ppm); 153, 139, 138, 136, 135, 132, 130, 129, 128, 45, 17, 14, 12, 11.

Synthesis of pillar[5]arene including ten iodide terminals

Carbon tetraiodide (12.24 g, 24 mmol) was slowly added in small portions to a solution of 1,4-bis(2-hydroxyethoxy) benzene (2.38 g, 12 mmol) and triphenylphosphine (6.30 g, 12 mmol) in 100 mL of dry acetonitrile at 0 °C. Then, the reaction mixture was stirred at room temperature, and the resulting clear solution was stirred for another 3 h under Ar. 100 g of ice was added to the reaction mixture, where 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene slowly precipitated as a white solid. The product was collected by vacuum filtration, and thoroughly washed with cold methanol/water, 60:40. The white flake-like crystals were dried in a desiccator (4.37 g, 87%). ¹H-NMR (400 MHz, chloroform-d, r. t.) δ (ppm): 6.92 (s, 4H), 4.33 (t, J = 5.2 Hz, 4H), 3.52 (t, J = 5.7 Hz, 4H). ¹³C-NMR (100 MHz) δ (ppm): 150.38, 116.10, 75.18, 4.32.

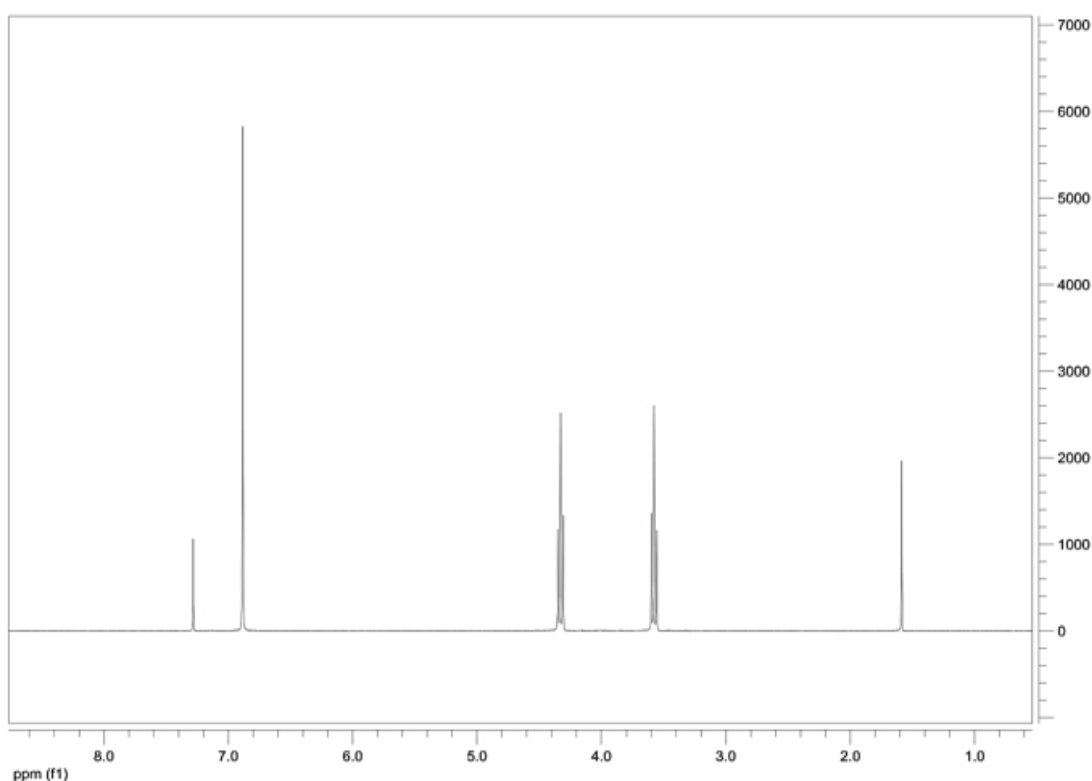


Figure 1. ^1H -NMR of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene

Synthesis of pillar[5]arene including ten iodide terminals

When Iodide pillar[5]arene was prepared using a literature procedure. 20 $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ (0.8 g, 6.75 mmol) was added to a solution of 1,4-bis (2-iodoethoxy)benzene (2.82 g, 6.75 mmol) and paraformaldehyde (0.51 g, 18 mmol) in 1,2-dichloroethane (100 mL) at room temperature. The reaction mixture was stirred for 3 h under an N_2 atmosphere. Column chromatography (SiO_2 ; petroleum ether/ CH_2Cl_2 , 1:1) gave iodo-pillar[5]arene (0.99 g, 36%). ^1H -NMR (400 MHz, CHCl_3 -d, room temperature) δ (ppm): 6.92 (s, 10H), 4.33 (t, $J = 5.4$ Hz, 20H), 3.85 (s, 10H), 3.52 (t, $J = 5.4$ Hz, 20H). ^{13}C -NMR (100 MHz) δ (ppm): 149.88, 125.87, 116.30, 67.38, 29.65, and 3.92. Elemental analysis calcd: $\text{C}_{55}\text{H}_{60}\text{I}_{10}\text{O}_{10}$: C, 30.72; H, 2.81; found: C, 30.55; H, 3.07.

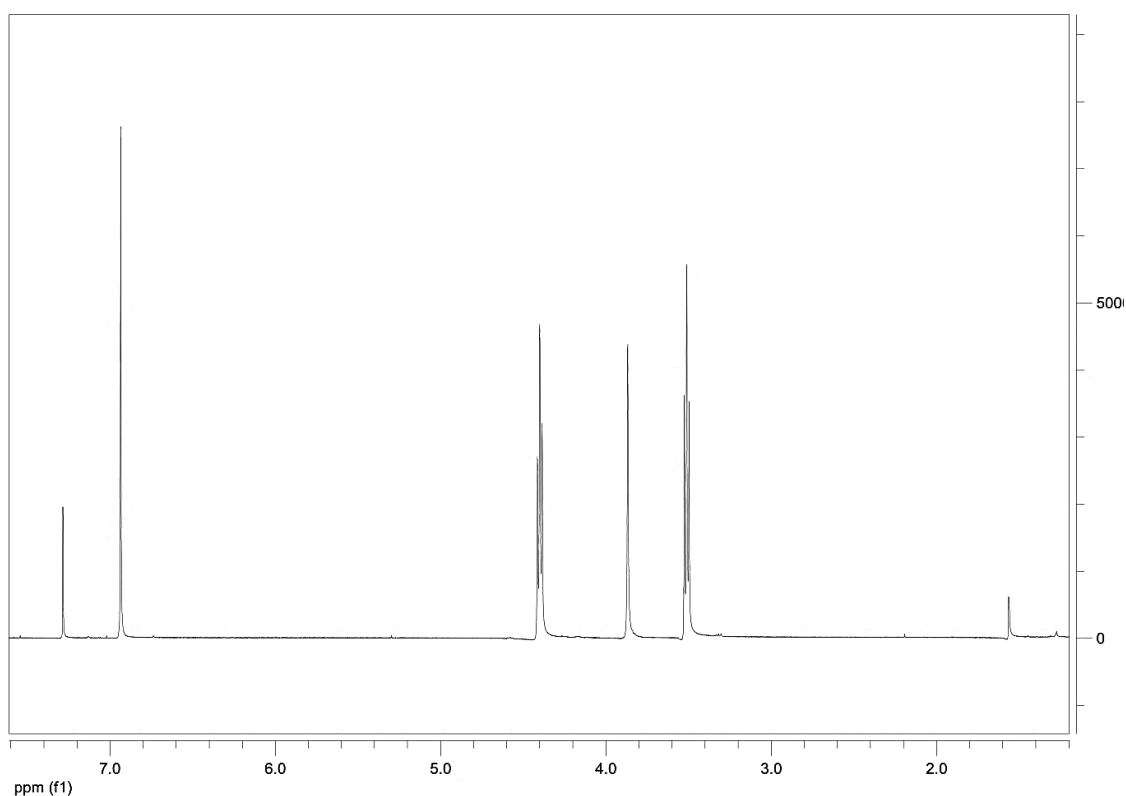
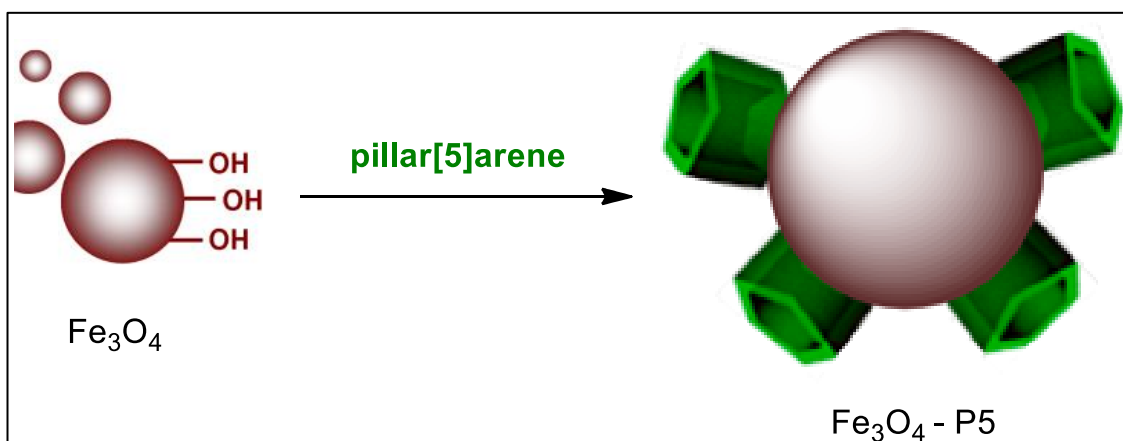


Figure 2. ^1H -NMR of pillar[5]arene including ten iodo terminals

In addition, three peaks of aliphatic and aromatic CH strains observed around $2900\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ and peaks of $1500\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ belong to aromatic $\text{C}=\text{C}$ stresses.

Modification of nanoparticles

0.5 g of Fe_3O_4 and 0.2 g of pillar[5]arene were added to 60 mL of dry acetone. Then, 0.5 mg of potassium carbonate was added to this mixture. The mixture was heated under dry nitrogen atmosphere during 72 h in a reflux system at $100\text{ }^\circ\text{C}$. After the solid phase was taken with a magnet, it was washed with toluene-ethanol (1:1) and dried under vacuum at $30\text{ }^\circ\text{C}$ for 24 h. This novel surface was named as nanoparticle- pillar[5]arene.



Conclusions

In Fourier transform infrared (FTIR) measurements were performed by using a Bruker FT-IR/FT-NIR process spectrometer at room temperature. FTIR spectra were used to better investigate the vibration diversity. In the prepared surface, the small peaks around 2880 cm^{-1} were attributed to the stretching vibrations of the aliphatic and aromatic groups of the C-H bond. In addition to, the multiple peaks between $1600\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ assigned to the stretching vibrations of the aromatic C=C double bonds. The Ar-O-C stretching around 1235 cm^{-1} with a broad-sharp band in the spectrum of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene clearly observed around 1195 cm^{-1} in Fe_3O_4 immobilized pillar[5]arene.

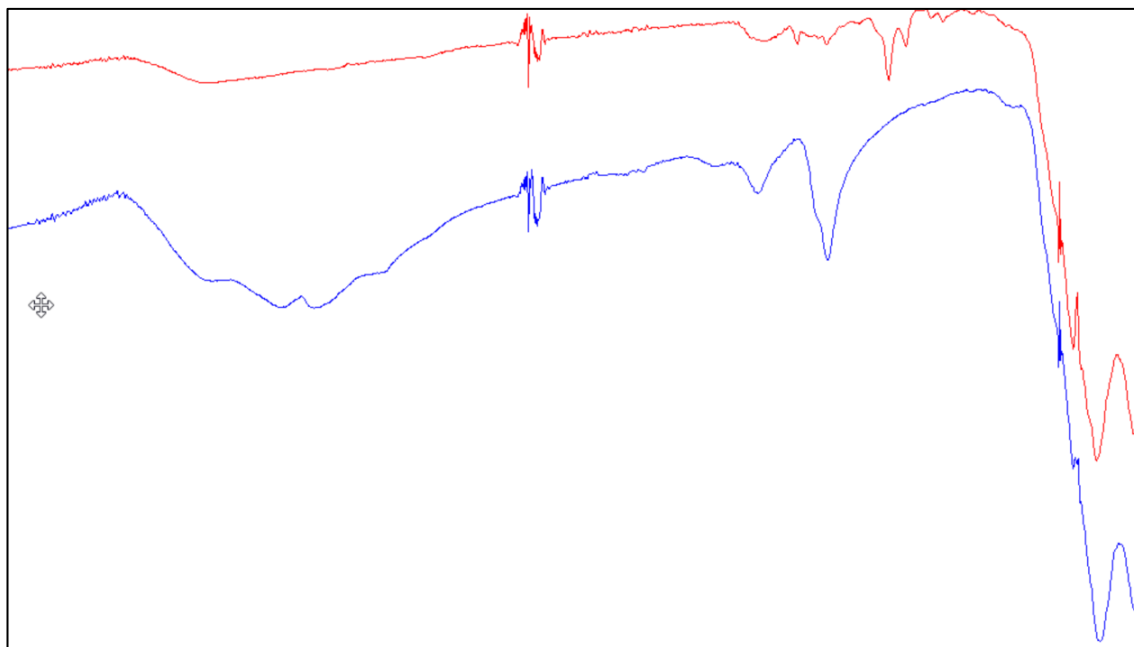


Figure 3. FT-IR spectra of Fe_3O_4 and Fe_3O_4 immobilized pillar[5]arene

References

- [1] T. Ogoshi, S. Kanai, S. Fujinami, T. A. Yamagishi and Y. Nakamoto (2008) *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 5022–5023.
- [2] X. Wu, L. Gao, X. Y. Hu and L. Wang (2016) *Chem. Rec.*, 16, 1216–1227.
- [3] T. Ogoshi, T. Aoki, K. Kitajima, S. Fujinami, T. Yamagishi and Y. Nakamoto (2011) *J. Org. Chem.*, 76, 328–331.
- [4] S. N. Talapaneni, D. Kim, G. Barin, O. Buyukcakil, S. H. Je and A. Coskun (2016) *Chem. Mater.*, 28, 4460–4466.
- [5] H. Zhang and Y. L. Zhao (2013) *Chem. Eur. J.*, 19, 16862–16879.
- [6] H. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. L. Zhao (2013) *ACS Nano*, 7, 7853–7863.
- [7] M. Tian, D. X. Chen, Y. L. Sun, Y. W. Yang and Q. Jia (2013) *RSC Adv.*, 3, 22111–22119.
- [8] G.C.Yu, W.Yu, Z.W.Mao, C.Y. Gao and, F.H. Huang (2015) *Small*, 11, 919–925.

- [9] H. C. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. F. Zeng, S. H. Tai, Y. L. Zhao (2014) Chem. Plus. Chem, 79, 462–469.
- [10] C. C. Zhang, S. H. Li, C. F. Zhang, Y. Liu (2016) Sci. Rep., 6, 37014-37022.
- [11] D. G. Liz, A. M. Manfredi, M. Medeiros, R. Montecinos, B. Gomez-Gonzalez, L. Garcia-Rio, F. Nome (2016) Chem. Commun., 52, 3167–3170.
- [12] E. Maltas, M. Ozmen, H. C. Vural, S. Yildiz, M. Ersoz (2011) Mater. Lett., 65, 3499-3501.
- [13] Y. Zhang, N. Kohler, and M. Zhang, (2002) Biomaterials, 23, 1553-1561.
- [14] J. Choi, Y. Jun, S. I. Yeon, H. C. Kim, J. S. Shin, J. Cheon, (2006) J. Am. Chem. Soc., 128, 15982-15983.
- [15] A. K. Gupta, M. Gupta (2005). Biomaterials, 26, 3995-4021.
- [16] T. Neuberger, B. Schopf, H. Hofmann, M. Hofmann, and B. Rechenberg (2005) J. Magn. Magn. Mater., 293, 483-496.
- [17] Y. Lee, E. K. Lee, Y. W. Cho, T. Matsui, I.-C. Kang, T. S. Kim, M. H. Han (2003) Proteomics, 3, 2289-2304.

INSAC-18-1312

Sualtı Algılayıcı Ağlarda Öncelik Duyarlı Algılayıcı Düğümler için
Bulanık Mantık tabanlı Haberleşme Yaklaşımı (Muhammed Enes Bayrakdar)

Sualtı Algılayıcı Ağlarda Öncelik Duyarlı Algılayıcı Düşümler için Bulanık Mantık tabanlı Haberleşme Yaklaşımı

Muhammed Enes Bayrakdar

Düzce Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, E-mail: muhammedbayrakdar@duzce.edu.tr

Özet: Son zamanlardaki araştırmalar, artan kablosuz sualtı algılayıcı ağ kullanımı nedeniyle, algılayıcı düşümler için farklı yaklaşımların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu yaklaşımlar arasında, algılayıcı düşümler arasında öncelik sınıfları kullanılarak daha önemli verilerin acil olarak iletilmesi öne çıkmaktadır. Öncelik sınıfları göz önüne alınırken, mevcut devam eden iletimin zarar görmemesi için engelsiz öncelik yaklaşımının kullanılması önem arz etmektedir. Devam eden bir haberleşme sırasında, daha yüksek öncelikli bir veri gelse dahi iletişimin kesintisiz bir şekilde tamamlanması gerekmektedir. Mevcut haberleşmenin kesilmeden iletişimin tamamlanmasının beklendiği öncelik yaklaşımına engelsiz öncelik ismi verilmektedir. Bu çalışmada, bulanık mantık tabanlı haberleşme kararı; öncelik, enerji ve uzaklık parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, algılayıcı düşümlerin farklı verileri sezdiği göz önünde bulundurulmuştur. Bulanık mantık tabanlı haberleşme yaklaşımının benzetimi MATLAB yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, sualtı canlı yaşamını etkileyebilecek derecede öneme sahip olan düşümlerin sezdiği veriler de öncelik sınıfları kapsamında dikkate alınmaktadır. Önerilen sistemde, farklı algılayıcı düşüm verileri için öncelik dikkate alınarak doğru haberleşme kararlarının verildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: algılayıcı ağ, bulanık mantık, öncelik, sualtı.

Giriş

Son yıllarda, kablosuz algılayıcı ağ teknolojilerinin kullanımı büyük ölçüde artmıştır (Jin ve ark. 2007). Kablosuz algılayıcı ağlar arasında, sualtı algılayıcı ağlar konusunda yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır (Leung ve White 1996). Ayrıca, sualtı algılayıcı ağlarda enerji verimliliği ve mesafe için farklı algoritmalar geliştirilmektedir (Liu ve ark. 2016). Farklı sualtı algılayıcı ağ algoritmaları arasında yapay zeka tabanlı sistemler de bulunmaktadır (Sabra ve Fung 2017). Günümüzde en çok tercih edilen yapay zeka tabanlı sistemler arasında bulanık mantık gelmektedir (Sadigh ve Arimand 2009). Bulanık mantık, temel olarak farklı girişleri değerlendirerek bir sonuca varmaktadır (Son ve ark. 2014). Bununla birlikte, bulanık mantık sistemi sonucuna kesin olarak ulaşamayan işlemlerde kullanılmaktadır (Tang ve Li 2009). Bulanık mantık işlemi kesin değerlerden daha çok ara değerlerle bir karara varılan sistemler için uygundur (Tu ve Lin 2002). Sualtı algılayıcı ağlarda, karar verme tekniklerine ihtiyaç duyulması nedeniyle, bulanık mantık gibi çeşitli yapay zeka tekniklerinin kullanımı yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır (Wang ve Wei 1993).

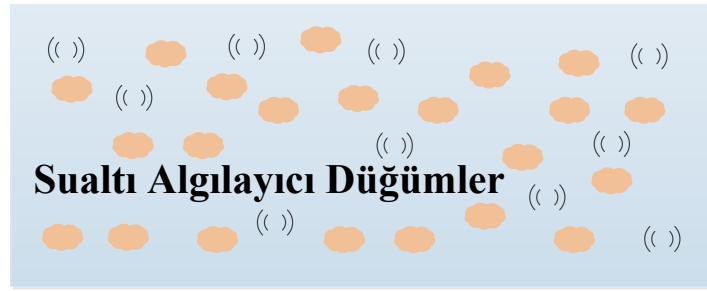
Montseny ve arkadaşları, renk bilgisine bağlı olarak sualtında yaşanan anormallikleri tespit etmek için otomatik görsel izleme sistemi sunmuşlardır (Montsey ve ark. 2006). Mahapatra ve arkadaşları, bulanık ve yoğun sualtı ortamlarda hareket halindeki balıkları tespit etmek için çoklu bulanık mantık yaklaşımı önermişlerdir (Mahapatra ve ark. 2016).

Bu çalışmada, sualtı algılayıcı ağlar için bulanık mantık tabanlı bir haberleşme yaklaşımı önerilmiştir. Giriş parametreleri; öncelik, enerji ve uzaklık olarak belirlenmiştir. Önerilen sistemin benzetimi MATLAB FIS yazılım editörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda, sualtı algılayıcı düşümlerin farklı öneme sahip verileri sezeceği varsayımına

dayalı olarak farklı öncelik sınıfları göz önünde bulundurulmuştur. Bu bağlamda, öncelik parametresi algılayıcı düğümlerden gelen farklı önceliğe sahip verilere göre belirlenmektedir. Enerji parametresi, düğümlerinde enerji seviyesine göre belirlenmektedir. Uzaklık parametresi, algılayıcı düğümlerin birbirleri üzerinden haberleşmeleri gerektiğinde birbirlerine olan uzaklıklarına göre belirlenmektedir. Gerçekleştirilen benzetim senaryolarında, sualtı algılayıcı düğümler için tatmin edici haberleşme kararları verilmektedir. Bu alandaki çalışmalardan farklı olarak, farklı öneme sahip sualtı algılayıcı verileri için öncelik sınıfları dikkate alınmaktadır.

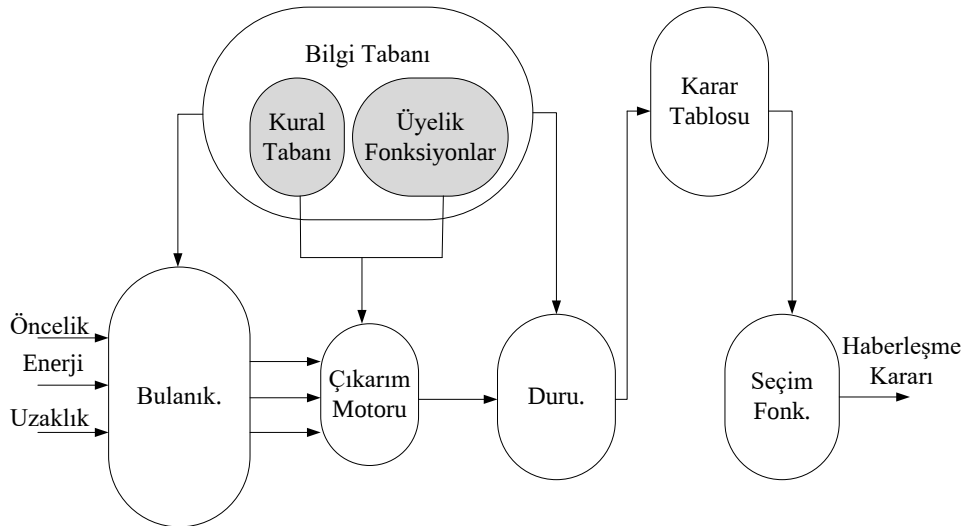
Bulanık Mantık tabanlı Sualtı Algılayıcı Ağ

Şekil 1'de sualtı algılayıcı ağ düğümlerinin benzetim ortamındaki dağılımları görülmektedir. Sualtı algılayıcı düğümler kendi aralarında ad-hoc bir yapıda haberleşmektedir. Her bir düğümün farklı bir veriyi sezdiği benzetim ortamı sembolik olarak tasarlanmıştır.



Şekil 2. Sualtı Algılayıcı Ağ

Bulanık mantık; mühendislik, ekonomi, tıp vb. alanlarda ileri teknoloji gerektiren uygulamalar için kullanılan bir yapay zeka metodudur. Bulanık mantık temel olarak insan kararının kabiliyetine benzer yaklaşık bilgilerden belirli kararlar almayı amaçlamaktadır.



Şekil 3. Önerilen Sistemin Blok Diyagramı

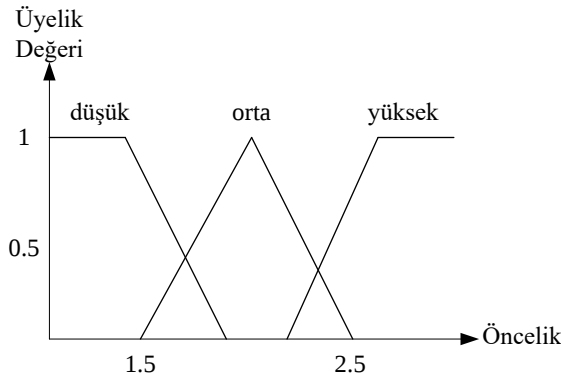
Şekil 2'de, önerilen bulanık mantık sisteminin blok diyagramı verilmiştir. Bulanık mantık sistemi; bulanıklaştırma, çıkarım motoru ve durulaştırma birimlerinden oluşmaktadır. Bu üç birim sürekli olarak, kural tabanı ve üyelik fonksiyonlarından oluşan bilgi tabanı ile iletişim halinde olmaktadır. Bulanıklaştırma ünitesinde, belirli değerler bulanık veri setlerine dönüştürülmektedir. Bu bulanık kümeler çıkarım motorunda işlendikten sonra, durulaştırma birimi bunları sayısal değerlere

dönüştürmektedir. Durulaştırma biriminden sonra ise, karar tablosu ve seçim fonksiyonu aşamaları bulunmaktadır. Bulanık mantık sistemimizde üyelik işlevleri için üç girdi parametresi ve bu parametreler için üç seviye bulunmaktadır.

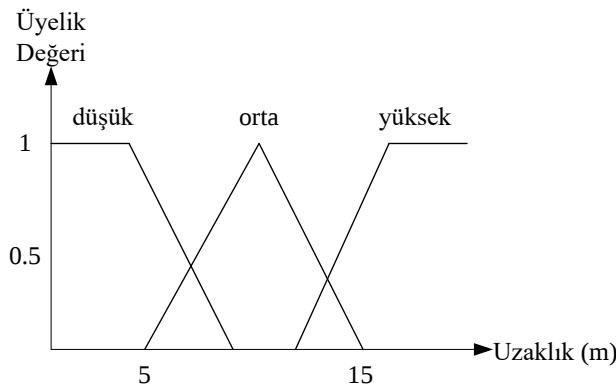
Tablo 1. Kural Tablosundan Örnekler

Eğer (öncelik düşük ise) ve (enerji yüksek ise) ve (uzaklık düşük ise) (haberleşme kalitesi orta) olur
Eğer (öncelik yüksek ise) ve (enerji yüksek ise) ve (uzaklık orta ise) (haberleşme kalitesi yüksek) olur
Eğer (öncelik orta ise) ve (enerji düşük ise) ve (uzaklık orta ise) (haberleşme kalitesi düşük) olur

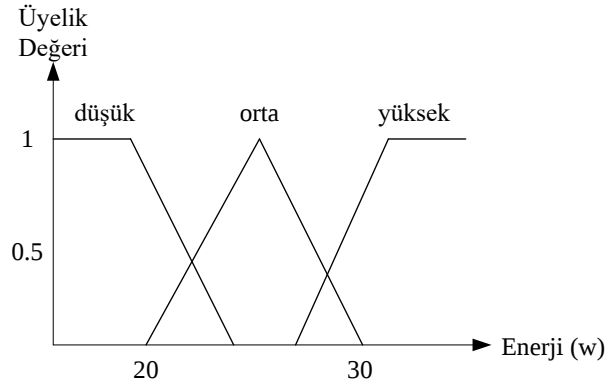
Tablo 1'de toplamda yirmi yedi kuralı olan bulanık kural tablosundan örnekler verilmiştir. Bu kurallar sualtı algılayıcı ağ düğümlerinin haberleşme kalitesini tespit etmek için kullanılmaktadır. Şekil 3'te, öncelik parametresinin üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Öncelik, haberleşme kalitesi kararının verilmesi için en etkili parametredir. Sualtı algılayıcı düğümlerin sezdiği verilerin öncelik arttıkça, öncelikli olarak haberleşme kaliteleri artmaktadır. Şekil 4'te, uzaklık için üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Şekil 5'te ise, enerji parametresinin üyelik fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 4. Öncelik Parametresinin Üyelik Fonksiyonları



Şekil 5. Uzaklık Parametresinin Üyelik Fonksiyonları



Şekil 6. Enerji Parametresinin Üyelik Fonksiyonları

Öncelik parametresi için farklı veriler için 3 farklı olasılık sınıfı düşünülmüştür. Uzaklık parametresi için, algılayıcı düğümlerin birbirleri üzerinden haberleşmelerinde gereken en yüksek ve en düşük mesafe göz önüne alınmıştır. Enerji parametresi ise, sualtı algılayıcı düğümlerin en büyük problemlerinden biri olduğundan hesaba katılmıştır. Bu parametreler için belirlenen seviyeler düşük, orta ve yüksek olarak belirlenmiştir.

Performans Değerlendirmesi

Önerilen bulanık mantık tabanlı sualtı algılayıcı ağ sisteminin sonuçları bu bölümde değerlendirilmektedir. Benzetim senaryolarında öncelik sınıfları kullanılırken, algılayıcı ağın davranışlarını karakterize etmek ve mevcut devam eden haberleşmeye zarar vermemek için, engelsiz öncelik yaklaşımı kullanılmıştır. Öncelik yaklaşımında, 1 en düşük önceliği temsil etmekle birlikte 3 en yüksek önceliği ifade etmektedir. 2 ise orta önem dereceli önceliği belirtmektedir.

Tablo 2. Benzetim Modeli Sonuçlarından Örnekler

Öncelik	Enerji (w)	Uzaklık (m)	Haberleşme Kalitesi (%)
1	36	4	55
3	34	13	89
2	17	10	12

Tablo 2'de, sualtı algılayıcı ağ benzetim sonuçlarından elde edilen değerlerin örnekleri gösterilmektedir. Buna göre, bulanık mantık sistemi sonucunda haberleşme kalitesi yaklaşımının performans değerlendirilmesi elde edilmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, sualtı algılayıcı ağlarda bulanık mantık tabanlı haberleşme kalitesi; öncelik, enerji ve giriş parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, sualtı algılayıcı düğümlerin farklı verileri sezdiği göz önünde bulundurulmuştur. Bulanık mantık tabanlı haberleşme kalitesi tespit yaklaşımının benzetimi MATLAB yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, sualtı canlı yaşamını etkileyebilecek derecede öneme sahip olan düğümlerin sezdiği veriler de öncelik sınıfları kapsamında dikkate alınmaktadır. Önerilen sistemde, farklı algılayıcı düğüm verileri için öncelik, enerji ve mesafe dikkate alınarak haberleşme kalitesinin doğru bir şekilde tespit edildiği görülmektedir.

Teşekkür

Değerli desteklerinden dolayı kıymetli Eşim Sümeyye ve kızım Asel'e çok teşekkür ederim. Danışman olarak bana yaptığı katkılardan dolayı Ali Hocama çok teşekkür ederim. Katkılarından dolayı; insac'18 konferansının düzenlenmesinde emeği geçenlere, editörlere ve hakemlere teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Jin H., Jie W. and Hua W. (2007). Tracking Control Based on Fuzzy Strategy for Underwater Manipulator, Chinese Control Conference, Hunan, 2006, pp. 279-282.
- Leung T. S. and White P. R. (1996). A fuzzy logic based underwater acoustic transient classifier, IEEE Digital Signal Processing Workshop Proceedings, Loen, Norway, pp. 494-497.
- Liu W., Zhang J. and Gao L.(2016). Fuzzy impedance and sliding mode bilateral control in underwater ratio teleoperation based on observer, OCEANS - Shanghai, Shanghai, pp. 1-7.
- Mahapatra S. K., Mohapatra S. K., Mahapatra S. and Tripathy S. K. (2016). A Proposed Multithreading Fuzzy C-Mean Algorithm for Detecting Underwater Fishes, 2nd International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE), Bhubaneswar, pp. 102-105.
- Montseny E., Sobrevilla P., Romani S. and Montferre A. (2006). Fuzzy-Based Automatic Approach for Underwater Docks' Anomalies Detection, NAFIPS - Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society, Montreal, Que., pp. 547-552.
- Sabra A. and Fung W. (2017). Dynamic localization plan for underwater mobile sensor nodes using fuzzy decision support system, OCEANS - Anchorage, Anchorage, AK, pp. 1-8.
- Sadigh M. J. and Arjmand E. (2009). A multi-task fuzzy control for underwater welding manipulator, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Bangkok, pp. 1157-1163.
- Son H. S., Park J. B. and Joo Y. H. (2014). Fuzzyc-means-based intelligent tracking algorithm for an underwater manoeuvring target, in IET Radar, Sonar & Navigation, vol. 8, no. 9, pp. 1042-1050.
- Tang L. and Li Y. (2009). Study on kinematical control based on fuzzy inference for underwater work system, Chinese Control and Decision Conference, Guilin, pp. 684-688.
- Tu C.-K. and Lin Y.-C. (2002). Using wavelet packet decomposition technique on fuzzy classify model for underwater acoustic signal recognition, Proceedings of the International Symposium on Underwater Technology (Cat. No.02EX556), Tokyo, Japan, pp. 302-306.
- Wang J., Li Q. and Wei W. (1993). Fuzzy logic for underwater target noise recognition, Second IEEE International Conference on Fuzzy Systems, San Francisco, CA, USA, pp. 588-593 vol.1.

INSAC-18-1318

Superparamagnetic Nanoparticle Modified With Thioglycolic Acid
And Pillar[5]Arene (Ahmed Nuri Kursunlu, Mustafa Özmen)

Superparamagnetic Nanoparticle Modified With Thioglycolic Acid And Pillar[5]Arene

Ahmed Nuri Kursunlu*, Mustafa Özmen

University of Selçuk, Science of Faculty, Department of Chemistry and Sciences, 42075, Konya, Turkey

*ankursunlu@gmail.com

Abstract: In this study, a derivative of pillar[5]arene was firstly synthesized for the improving of a new super magnetic iron oxide nanoparticle. The characterization of pillar[5]arene was carried out by FT-IR, melting point, NMR. The supermagnetic iron oxide nanoparticles modified by using (3-aminopropyl) triethoxysilane was functionalized with thioglycolic acid (TG-APTS-SPION). Then, the synthesized pillar[5]arene was immobilized on iron oxide superparamagnetic nanoparticles (TG-APTS-SPION). The amount of pillar[5]arene coated on SPIONs was about 19.7 M at 10 mg nanoparticles.

Keywords: Nanoparticle, Pillar[5]arene, Iron oxide, Thioglycolic acid Characterization

Introduction

Pillar[n]arenes, composed of hydroquinone fragments linked in the para position through methylene bridges, are a new type of host molecule obtained from calixarenes, crown ethers, cyclodextrins. These compounds are prepared from the Lewis-catalyzed reaction of 1,4-dialkoxybenzene and paraformaldehyde and form a range of different-sized nanocapsules with a symmetrical, pillar-like shape. When they were compared with other macrocyclic hosts, the symmetric character of Pillar[n]arene compounds enable well-defined rigid structures, π -electron rich cavities, and typical host-guest complexation capabilities, have rendered them outstanding abilities to bind selectively various kinds of neutral and π -electron deficient guest molecules. The appropriate cavity of the pillar[n]arenes encapsulate to small molecules and can be easily modified and functionalized. Such features facilitate the construction of a lot of supramolecular compounds such as self-assembly, drug delivery and controlled release, pesticide adsorption, stabilization of nanoparticles, catalysis application [1-10].

The magnetite nanoparticles are widely used in water purification and separation technologies. Super magnetite iron oxide particles have a paramagnetic property and they were modified with various organic group such as macromolecules, epoxy, amine and aldehyde that give better results for immobilization or binding. The immobilization applications for macromolecules based on the solid-phase magnetic feature which has the advantages of quick, easy, and gentle separation of macromolecules using an external magnetic field gradient. [11-16].

Materials and Methods

The main aim of this study is to prepare a super magnetic iron oxide nanoparticle based on Pillar[5]arene for nano material applications. For this reason, a Pillar[5]arene derivative was firstly synthesized and characterized. Secondly, the iron oxide was modified with some reactants and finally, the macromolecule was immobilized to the functionalized iron oxide.

The synthesis of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene and pillar[5]arene including ten iodide terminals were carried out under a nitrogen atmosphere. Carbon tetraiodide, 1,4-bis(2-hydroxyethoxy)benzene, triphenylphosphine, borontrifluoride etherate thioglycolic acid,, paraformaldehyde, ferric chloride hexahydrate ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ferrous chloride tetra hydrate ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), (3-aminopropyl) triethoxysilane (APTS) ammonia, toluene, anhydrous ethanol, chloroform, benzene, toluene and dichloromethane were ensured from several. All chemicals were of analytical and molecular grade.

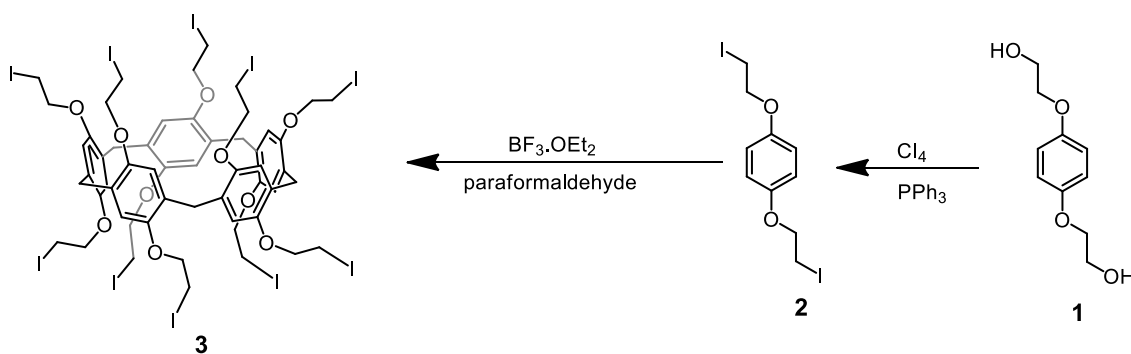
Synthesis of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene

4- (chloromethyl) benzoylchloride (1.875 g, 10 mmol) was added dropwise at room temperature to a solution of 2,4-dimethyl-3-ethylpyrrole (2.5 mL) in 100 mL dichloromethane. The solution was then heated to 60 °C and stirred for two hours. After cooling the mixture, five equivalents of triethylamine (TEA) were added and mixed again under nitrogen atmosphere for thirty minutes. Finally, boron trifluoride diethyl etherate (7 eq.) Fluid was added slowly with the injector and stirred at 60 oC for two hours. The residue obtained as a result of removal of the solvent was purified on a column in the presence of petroleum ether: ethylacetate (8:1). As a result, a red solid was obtained.

Yield 60%. Melting Point: 183 °C, $^1\text{H-NMR}$ [400 MHz, CDCl_3]: (ppm) 7.41 (d, 2H, ArH), 7.18 (d, 2H, ArH) 4.63 (s, 2H, CH_2), 2.44 (s, 6H, CH_3), 2.21 (q, 4H, CH_2), 1.27 (s, 6H, CH_3) 0.89 (t, 6H, CH_3). $^{13}\text{C-NMR}$ [100 MHz, CDCl_3]: d(ppm); 153, 139, 138, 136, 135, 132, 130, 129, 128, 45, 17, 14, 12, 11.

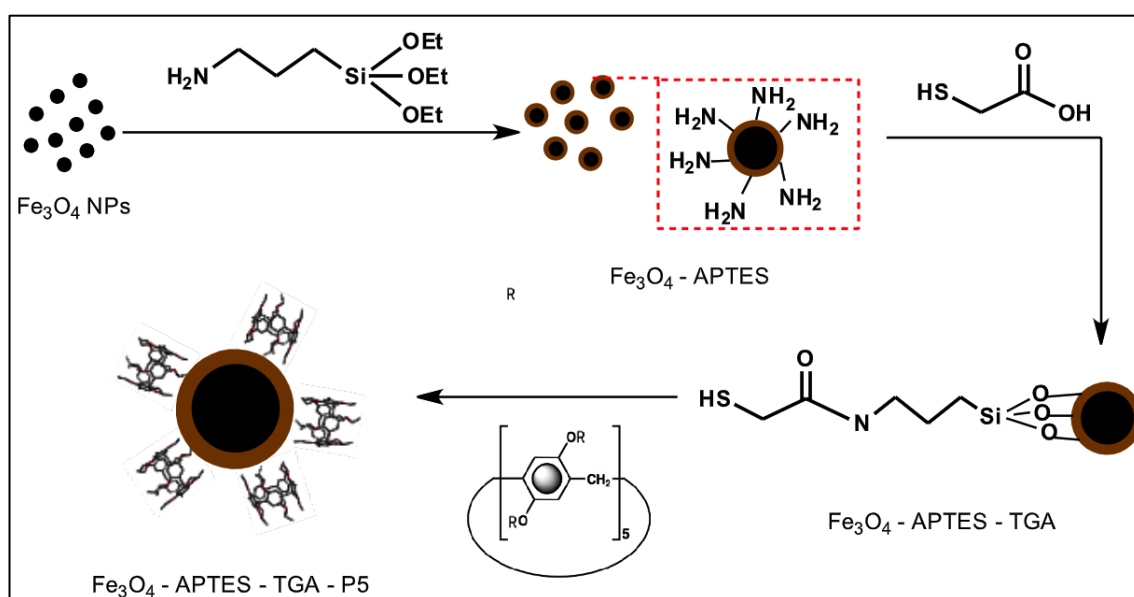
Synthesis of pillar[5]arene including ten iodide terminals

Carbon tetraiodide (12.24 g, 24 mmol) was slowly added in small portions to a solution of 1,4-bis(2-hydroxyethoxy) benzene (2.38 g, 12 mmol) and triphenylphosphine (6.30 g, 12 mmol) in 100 mL of dry acetonitrile at 0 °C. Then, the reaction mixture was stirred at room temperature, and the resulting clear solution was stirred for another 3 h under Ar. 100 g of ice was added to the reaction mixture, where 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene slowly precipitated as a white solid. The product was collected by vacuum filtration, and thoroughly washed with cold methanol/water, 60:40. The white flake-like crystals were dried in a desiccator (4.37 g, 87%). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, chloroform-d, r. t.) δ (ppm): 6.92 (s, 4H), 4.33 (t, $J = 5.2$ Hz, 4H), 3.52 (t, $J = 5.7$ Hz, 4H). $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz) δ (ppm): 150.38, 116.10, 75.18, 4.32.



Modification of nanoparticles

Synthesis of Fe_3O_4 nanoparticle and functionalization with (3-aminopropyl) triethoxysilane (APTS) and (TG) were carried out as known a literature [12]. 1 mL of 2 M FeCl_2 and 4.0 mL of 1 M FeCl_3 aqueous solutions were stirred. 50 mL of ammonia solution (1 M) was poured to this mixture. Following the incubation for 30 min, the precipitate was taken by a magnet and washed with water until pH~7 was detected in the supernatant. Then, 32 g of APTS was added to the solution at 40 °C for 2 h. The optimal surface modification molar ratio of APTS to Fe_3O_4 was found to be 4:1. The prepared nanoparticle immobilized APTS was separated by a magnet and washed with ethanol and then washed three times with deionized water. 4.03 g of modified Fe_3O_4 -APTS nanoparticle was dispersed in 100 mL of toluene. Then 4 mL of thioglycolic acid (0.15 mol) was added into the solution and solvent reflux stirring at 80 °C for 36 h. After that the solution was cooled to r.t. The prepared nanoparticles were separated by a magnet, then washed with toluene and anhydrous ethanol, and dried under vacuum at r. t. for 24 h.



Conclusions

Fourier transform infrared (FTIR) measurements were carried out using a Bruker FT-IR/FT-NIR process spectrometer at room temperature. FTIR spectra were used to better investigate the functional groups. In the synthesized compounds, the small peaks around 2900 cm^{-1} were assigned to the stretching vibrations of the aromatic and aliphatic vibrations of the C-H bond. Moreover, the multiple sharp bands between $1600\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ assigned to the stretching vibrations of the aromatic C=C double bond were observed. The Ph-O-C stretching at 1230 cm^{-1} with a broad-sharp band in the spectrum of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene clearly shifted to 1195 cm^{-1} and 1190 cm^{-1} in pillar[5]arene including ten iodide terminals respectively.

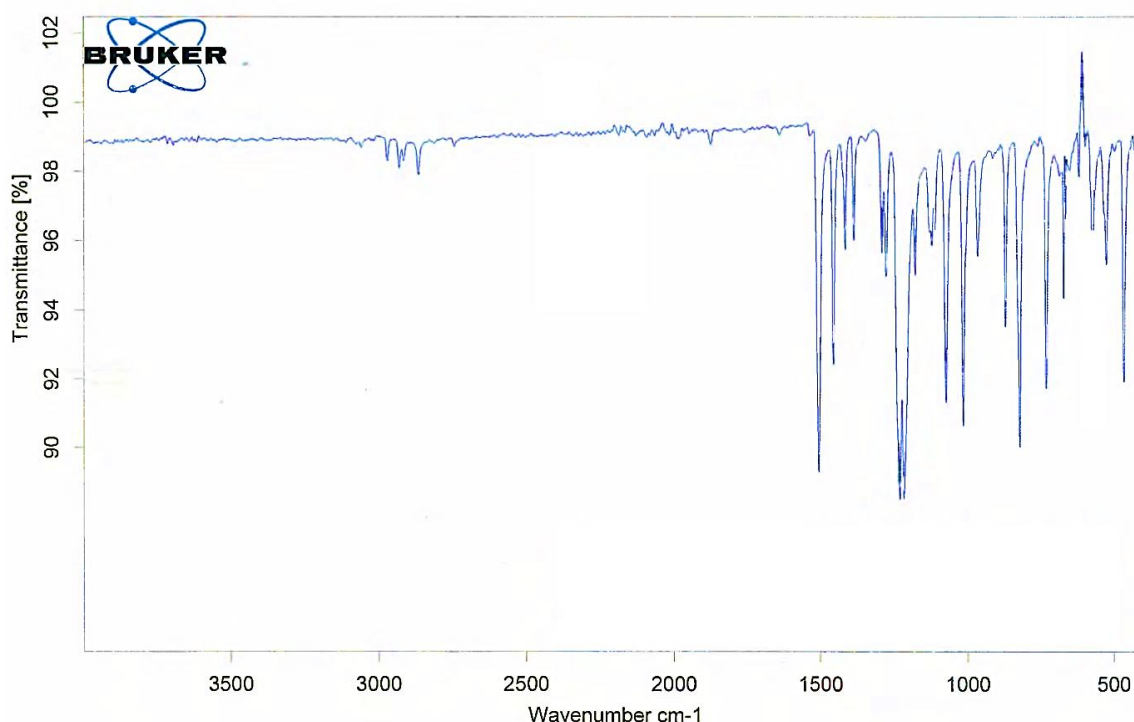


Figure 1. FT-IR spectrum of pillar[5]arene including ten iodide terminals

In the following, we gave the most essential characterization of the functionalized nanoparticles. The presence of the pillar[5]arene on the TG-APTS-SPION surface was confirmed by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. FTIR spectra of TG-APTS-SPION and the immobilization of the pillar[5]arene are shown in Fig. 2.

The FTIR bands at low wave numbers (700 cm^{-1}) are attributed to vibrations of classic Fe–O bonds of iron oxide. After the anchoring of APTS to the surface of Fe_3O_4 nanoparticles was confirmed by the bands at 1115 and 1030 cm^{-1} assigned to the Si–O. The two broad bands at 3445 and 1640 cm^{-1} can be attributed to the N–H stretching vibration and NH_2 bending mode of free NH_2 group, respectively. Moreover, the presence of the anchored propyl group was confirmed by C–H stretching vibrations that appeared around 2900 cm^{-1} . All shifts and new peaks confirmed that the designed magnetic nanoparticles were successfully prepared.

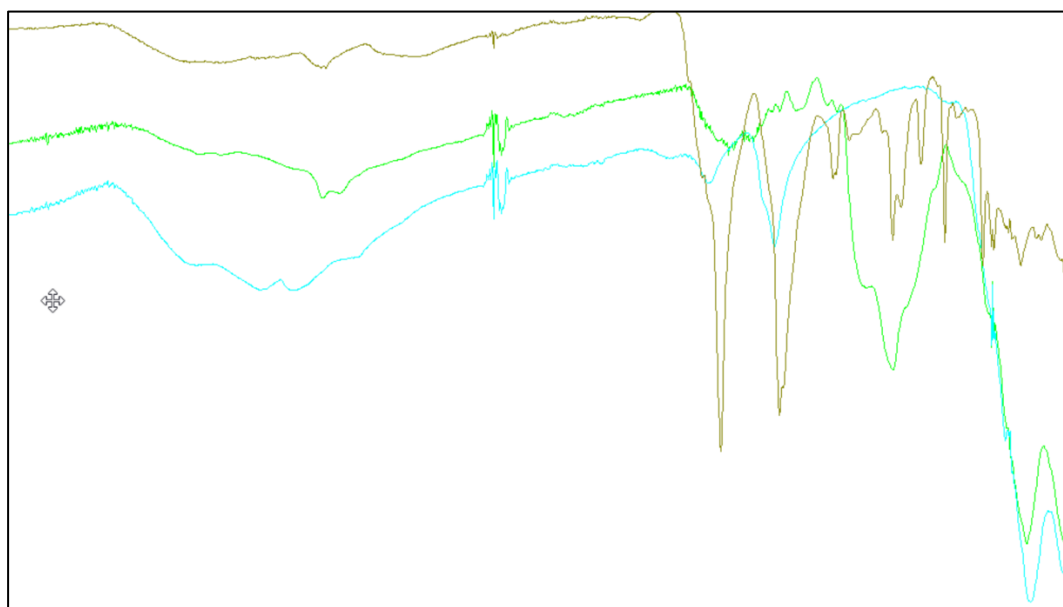


Figure 2. FT-IR spectra of Fe_3O_4 , TG-APTS-SPION and TG-APTS-SPION immobilized pillar[5]arene

^1H -NMR spectra were performed on a Varian 400 MHz spectrometer with internal standard TMS and signals as the internal references, and the chemical shifts (δ) were expressed in ppm. In ^1H -NMR, the protons of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene appeared at 6.92 ppm (singlet), 4.33 ppm (triplet) and 3.52 ppm (triplet) for the aromatic and aliphatic units, respectively. After the transformation of 1,4-bis(2-iodoethoxy)benzene to iodide-pillar[5]arene, the methylene bridge protons appeared at 3.85 ppm. The $-\text{CH}_2$ protons of iodide-pillar[5]arene give a singlet peak asserting that there is no barrier to prevent the through-the annulus-rotation.

The components used in the preparation of pillararenes are not expensive and their synthesis can be performed facily and rapidly, with high-yields. By virtue of their excellent advantages of pillararene compounds, can caused to the construction of most nanoparticle applications, as well as colloidal assembly of pillararenes. The use of this nanoparticle for some applications is one of the unique features of macrocycle cavity as hosts. As a result, this nanoparticle can be used as a sensing material and may find potential applications in the development of magnetic properties

References

- [1] T. Ogoshi, S. Kanai, S. Fujinami, T. A. Yamagishi and Y. Nakamoto (2008) J. Am. Chem. Soc., 130, 5022– 5023.
- [2] X. Wu, L. Gao, X. Y. Hu and L. Wang (2016) Chem. Rec., 16, 1216–1227.
- [3] T. Ogoshi, T. Aoki, K. Kitajima, S. Fujinami, T. Yamagishi and Y. Nakamoto (2011) J. Org. Chem., 76, 328–331.
- [4] S. N. Talapaneni, D. Kim, G. Barin, O. Buyukcakil, S. H. Je and A. Coskun (2016) Chem. Mater., 28, 4460–4466.

- [5] H. Zhang and Y. L. Zhao (2013) Chem. Eur. J., 19, 16862–16879.
- [6] H. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. L. Zhao (2013) ACS Nano, 7, 7853–7863.
- [7] M. Tian, D. X. Chen, Y. L. Sun, Y. W. Yang and Q. Jia (2013) RSC Adv., 3, 22111–22119.
- [8] G.C.Yu, W.Yu, Z.W.Mao, C.Y. Gaoand, F.H. Huang (2015) Small, 11, 919–925.
- [9] H. C. Zhang, X. Ma, K. T. Nguyen, Y. F. Zeng, S. H. Tai and Y. L. Zhao (2014) Chem. Plus. Chem, 79, 462–469.
- [10] C. C. Zhang, S. H. Li, C. F. Zhang, Y. Liu (2016) Sci. Rep., 6, 37014-37022.
- [11] D. G. Liz, A. M. Manfredi, M. Medeiros, R. Montecinos, B. Gomez-Gonzalez, L. Garcia-Rio, F. Nome (2016) Chem. Commun., 52, 3167–3170.
- [12] E. Maltas, M. Ozmen, H. C. Vural, S. Yildiz, M. Ersoz (2011) Mater. Lett., 65, 3499-3501.
- [13] Y. Zhang, N. Kohler, and M. Zhang, (2002) Biomaterials, 23, 1553-1561.
- [14] J. Choi, Y. Jun, S. I. Yeon, H. C. Kim, J. S. Shin, J. Cheon, (2006) J. Am. Chem. Soc., 128, 15982-15983.
- [15] A. K. Gupta, M. Gupta (2005). Biomaterials, 26, 3995-4021.
- [16] T. Neuberger, B. Schopf, H. Hofmann, M. Hofmann, and B. Rechenberg (2005) J. Magn. Magn. Mater., 293, 483-496.

INSAC-18-1319

Turpta Tuz Stresinin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri

(Şebnem Kuşvuran, Elif Kaya)

Turpta Tuz Stresinin Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri

Şebnem Kuşvuran¹

Elif Kaya²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı, Türkiye, skusvuran@gmail.com

² Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı,

Özet: Farklı NaCl dozlarının, turpta fide döneminde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin incelendiği çalışmada, materyal olarak iri kırmızı turp çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada tohumlar torf : perlit karışımı bulunan plastik saksılara ekilmiş, bitkiler 3 yapraklı aşamaya ulaştıklarında stres uygulamalarına başlanmıştır. Saksılar kontrol, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl ve 150 mM NaCl olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Stres uygulamasından 20 gün sonra, hasat edilen bitkilerde, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, bitki boyu, gövde çapı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi ile katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktiviteleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda artan NaCl dozunun fide gelişimini olumsuz etkilediği, tuz stresine paralel olarak enzim aktivitelerinde de değişen oranlarda artış meydana geldiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: APX, CAT, GR, *Raphanus sativus*, tuzluluk

Giriş

Tarımsal üretim alanlarında tuzluluk, toprakların verimliliğini, bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkileyerek ürün verimini sınırlandıran en önemli sorunlardan biri olarak değerlendirilmektedir (Liang ve ark., 2018). Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ekolojide sulama yapılması halinde tuzlanma daha da hızlı ortaya çıkabilmektedir. Sulama ile toprağın alt katmanlarında bulunan tuz, evaporasyon sırasında kapillarite ile yukarı taşınmakta ve bitkinin kök bölgesi seviyesinde birirmektedir. Sulamanın yanlış uygulanması veya sulama suyunda aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, yeterli drenajın olmaması da tuzlanmanın diğer nedenleri arasında yer almaktadır (Kuşvuran, 2010).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0.5-1.0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır (Levitt 1980).

Ekonomik anlamda öneme sahip bitkilerin çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörleri üç grupta toplamak olasıdır: a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alımının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na^+ ve Cl^- iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K^+ ve kısmen Ca^{+2} eksikliklerinin ortaya çıkması (Rady ve ark., 2018a).

Tuzluluk, açık alanlara nazaran örtü altında çok daha yüksek risk oluşturmaktadır. Türkiye’de seralar ve diğer örtü altı sistemler söz konusu olduğunda, küçük ölçekli işletmelerin öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca seralar, tarımın yoğun olarak yapıldığı alanlarda bulunmaktadır. Yoğun

bitki besleme tuzlanmayı artıran bir faktör iken, toprağın yağışlarla yıkanamaması da tuzlanmanın birikme yoluyla artmasına neden olabilmektedir. Topraksız sistemlerde de eğer düşük kaliteli su kullanılıyorsa tuzlanma çok hızlıca ortaya çıkabilen bir faktör olarak tehdit oluşturmaktadır (Talhouni ve ark., 2017; Kıran ve ark., 2017). Tuzluluğun bitki gelişimi üzerindeki olumsuz etkisinin ortadan kaldırılması amacı ile bazı önlemler alınabilmektedir. Bu uygulamalar arasında tuzlu toprakların ıslah edilmesi, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi ve daha kaliteli su kullanımı, organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemeden kaçınılması, seralarda topraksız yetiştiricilik gibi bazı yetiştirme tekniklerinin kullanımı yer almaktadır. Ancak tuzluluğun zararlı etkilerini ortadan kaldırmayı amaçlayan bu çalışmalar oldukça masraflı olması yanında geçici sonuçlar vermektedir. Özellikle iyileştirilen alanlarda kaliteli su kullanımı ile birlikte uygun sulama yöntemlerinin sağlanamadığı durumlarda toprağın tekrar tuzlanma olasılığı oldukça yüksektir. Araştırmacılar son yıllarda tuz zararının en aza indirilmesi amacı ile farklı önlemler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Bunların başında tuzluluğun sorun olduğu alanlarda normal gelişme ve büyüme göstererek ekonomik bir ürün oluşturabilen, tuz stresine karşı toleransı yüksek bitki genotiplerinin belirlenmesi ve yeni çeşitlerin ıslah edilmesi gelmektedir (Saruhan ve ark., 2008; Daşgan ve Koç, 2009; Kıran et al. 2016).

Bitkilerin tuza karşı gösterdiği tepkiler; bitkinin içinde bulunduğu gelişme dönemine, stres faktörü olan tuzun konsantrasyonuna, tuzun bitkiye etki ettiği süreye göre değişebilmekte; ayrıca iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir (Kuşvuran, 2010).

Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerin eşlik ettiği tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans yönünden farklılıkların bulunduğu bilinmektedir (Deinlein ve ark., 2014).

Bitkiler kendilerini toksik oksijen türevlerine karşı koruyan, değişik miktarlarda antioksidantlara ve antioksidatif enzimlere sahiptirler (Rady ve ark., 2018a). Enzimatik yollarla zararlı oksijen radikallerinin zararsız formlara dönüştürülmesi sürecinde süperoksitdismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbatperoksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) önemli rol oynayan enzimlerdendir. Tuz stresinde bulunan bitkilerde serbest oksijen radikallerine karşı bitkiyi koruyan enzim aktivitelerinin dayanıklı genotiplerde daha yüksek olduğu, yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Rady ve ark., 2018b).

Ülkemizde 56.484 da alanda 178.344 ton (TÜİK, 2017) üretimi yapılan turp, Maas and Hoffman (1977) tarafından tuza duyarlı bir sebze türü olarak ifade edilmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada iri kırmızı turp çeşidinde farklı tuz konsantrasyonlarında fide gelişimi morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal bazı parametreler ışığında değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Farklı NaCl dozlarının, turpta fide döneminde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin incelendiği çalışmada, materyal olarak iri kırmızı turp çeşidi kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada tohumlar torf : perlit karışımı bulunan plastik saksılara ekilmiş, bitkiler üç yapraklı aşamaya ulaştıklarında stres uygulamalarına başlanmıştır. Saksılar Kontrol, 50 mM NaCl, 100 mM NaCl ve 150 mM NaCl olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Stres uygulamasından 20 gün sonra, uygulamalar arasında farklılıklar ortaya çıkmış, ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerde, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, bitki boyu, gövde çapı, yaprak oransal su içeriği, membran zararlanma indeksi ile katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktiviteleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır.

Yeşil Aksam Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi: Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden tesadüfi olarak seçilen 3'er bitki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler 65 °C etüvde 48 saat süreyle ağırlıkları sabit kalıncaya kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları g olarak alınmıştır.

Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi: Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (± 0.5) cinsinden metre ile ölçülmüştür. Gövde çapı sayısal kumpas yardımı ile mm (± 0.1) olarak belirlenmiştir.

Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi: Tuzluluğa ve kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) % olarak Sanchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak dört saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$(TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (Membran Injury Index): Membran Zararlanma İndeksi-MZİ (Membran Injury Index-MII) hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978; Fan and Blake, 1994). Stres ve kontrol bitkilerinin alttan üçüncü yapraklarından 17 mm çapında alınan diskler deiyonize su içerisinde beş saat bekletildikten sonra EC değeri ölçülmüş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması % olarak belirlenmiştir.

$$MZİ = (Lt - Lc / 1 - Lc) \times 100$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC/Otoklav edildikten sonraki EC

Antioksidatif Enzim Aktiviteleri: Enzim analizleri için 1 g taze yaprak ve doku örnekleri sıvı azot içerisinde porselen havanlarda ezildikten sonra, içinde 0.1 mMNa-EDTA bulunan 50 mM'lık 10 ml'lik fosfor tampon çözeltisi (pH:7.6) ile homojenize edilmiş, 15 dk 15000 g'de santrifüj edildikten sonra ölçüm yapıncaya kadar +4°C sıcaklıkta tutulmuştur. Ölçümler AnalyticJ Ena 40 model spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Enzim ölçümünde son hacimler, tampon çözeltisiyle tamamlanmıştır. Katalaz aktivitesi (CAT), H₂O₂'nin 240 nm'de (E=39.4mM cm⁻¹) parçalanma oranı esas alınarak ölçülmüştür (Cakmak ve Marschner, 1992). Ascorbatperoksidaz (APX), Çakmak ve Marschner (1992)'e göre, 290 nm'de (E=2.8mM cm⁻¹) askorbatın oksidasyonu ölçülerek, glutatyon redüktaz (GR) Cakmak ve Marschner (1992)'e göre 340 nm'de (E=6.2 mM cm⁻¹) NADPH'nın oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür.

Denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulmuş, Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış ve farklılık dereceleri, (P≤ 0.05) düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Bu amaçla, SAS Institute (1985) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tuz uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, tuz konsantrasyonu artış gösterdikçe bitki yaş ağırlığında azalma meydana gelmiştir (Tablo 1). En yüksek yaş ağırlık kontrol bitkilerinde 50.31 g bitki⁻¹ olarak belirlenirken; 150 mM NaCl uygulamasında 23.96 g bitki⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışmada yeşil aksam kuru ağırlıklarında da değişen oranlarda azalma meydana gelmiş; en yüksek değerler kontrol ile aynı istatistiksel grupta yer alan 50 mM NaCl dozunda belirlenmiştir.

Tuz uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda yetiştirilen turp bitkilerinde stres sonucu bitki boyunda değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir. En yüksek bitki boyu kontrol bitkilerinde belirlenirken (37.34 cm g bitki⁻¹), 150 mM tuz uygulaması ile birlikte kontrole oranla %30 oranında bitki boyunda azalma meydana gelmiştir. Tuz stresi koşullarında yetiştirilen turp bitkilerinin gövde çap değerleri de incelenmiş ve kontrol bitkilerine göre gövde çap değerleri bakımından azalma meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek gövde çapı kontrol ve 50 mM tuz dozunda 15.66 ve 15.28 mm mm bitki⁻¹ olarak belirlenirken, 100 ve 150 mM NaCl dozlarında, kontrol uygulamasına oranla sırasıyla %41.1 ve %52.4 oranlarında azalma meydana gelmiştir. Turpta farklı tuz konsantrasyonlarının bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırmada genel olarak artan tuz uygulamaları bitki gelişimini olumsuz etkilemiştir. Yıldırım ve ark. (2008) tuz stresinin turpta büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilediğini, gövde ve kök kuru ağırlıklarında %77-85 oranında azalma meydana geldiğini ifade ederken; Daşgan ve ark. (2015) kavunda gerçekleştirdikleri çalışmalarında tuz stresine bağlı olarak bitki gelişiminde azalma meydana geldiğini, incelenen genotiplerin tuz stresi karşısında bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boy ve gövde çapında kontrol bitkilerine oranla azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte her yıl giderek artan bir alanın tuzluluk problemi ile karşı karşıya kaldığını ve bu nedenle bitkisel üretimin önemli derecede etkilendiğini vurgulayan Kaouther ve ark. (2013), beş farklı biber çeşidinde tuz stresinin etkilerini belirlemek için yapmış oldukları çalışmalarında; 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 g l⁻¹ NaCl dozları ile iki ay süresince muamele edilen bitkilerde bitki boyu, biyomas ve oransal su içeriği bakımından değişen oranlarda azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Tuzluluğa tolerans mekanizmasının karmaşık bir karaktere sahip olduğunu ifade eden Akrami ve Arzani (2018), bu karmaşık yapının osmotik stres, spesifik iyon toksitesi, besin elementi dengesizliği ve büyüme aşamasına bağlı olarak hücresel bozulmaları içerdiğini ifade etmiştir.

Kontrol ve tuz stresi koşullarında yetiştirilen turp bitkilerinin yapraklarında oransal su içeriği belirlenmiş ve buna ilişkin sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, en yüksek su içeriği kontrol bitkilerinde belirlenirken, stres derecesi arttıkça yaprak oransal su içeriğinde de azalma meydana gelmiştir. Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada 150 mM NaCl uygulamasının turp bitkisinde %59.8 oranında YOSİ değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Artan NaCl iyonları suyun serbest enerjisini azaltmakta bu etkiye bağlı olarak yaprak oransal su içeriğinde azalma eğilimi göstermektedir. Turp (Yıldırım ve ark., 2008), bamya (Kuşvuran, 2012) ve buğdayda (Rady ve ark. 2018a) gerçekleştirilen çalışmalarda tuz stresinin yaprak oransal su içeriğinde azalmaya neden olduğu vurgulanmıştır.

Stres sonrası hücrede meydana gelen zararlanmanın ortaya konulması amacı ile yapılan membran zararlanma indeksine ilişkin sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Stres sonucu en düşük hücre zararlanması %15 ile 50 mM tuz uygulamasında belirlenirken , en yüksek zararlanma %51 ile 150 mM tuz uygulamasında saptanmıştır. Membran geçirgenliği olarak da tanımlanabilen bu parametre, özellikle tuz ve su stresi altındaki bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak ifade edilmektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002). Zhu ve ark. (2008)'nın hiyarda, Kuşvuran ve ark. (2015)'nin mısırdaki yaptıkları tuz çalışmalarında, hücre zararlanmasının stres koşullarında arttığı ifade edilmiştir.

Tablo 1. Farklı tuz konsantrasyonlarının turpta bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkisi

Uygulamalar	Bitki yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Bitki kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Bitki boyu (cm bitki ⁻¹)	Bitki çapı (mm bitki ⁻¹)	RWC (%)	MZI (%)
0 (Kontrol)	50.32 a	4.06 a	37.34 a	15.66 a	90.22 a	-
50 mM NaCl	40.62 b	3.08 a	34.00 b	15.28 a	79.42 b	15.09 c
100 mM NaCl	29.64 c	1.95 b	29.33 c	14.33 ab	53.95 c	23.28 b
150 mM NaCl	23.96 d	1.62 b	26.33 d	13.77 b	35.25 d	50.97 a

*Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar Duncan testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Farklı NaCl dozları ile oluşturulan tuz stresi, incelenen enzim aktiviteleri yönünden farklı dağılımların oluşmasına neden olmuştur (Tablo 2). Genel olarak CAT, APX ve GR enzim aktiviteleri stres ile birlikte artış göstermiş ancak 150 mM NaCl uygulamasının neden olduğu şiddetli stres koşulları enzim aktivitelerinde azalmaya yol açmıştır. CAT enzim aktiviteleri bakımından, en yüksek değerler 100 ve 150 mM NaCl dozunda belirlenmiştir (60.75 ve 82.85 $\mu\text{mol/dak/mg T.A.}$). Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak CAT enzim aktivitesi kontrol uygulamalarına oranla %40.4 ve %91.5 oranında artış göstermiştir. APX ve GR enzim aktivitelerinin de incelendiği çalışmada, artan tuz stresine bağlı olarak enzim aktivitelerinde artış meydana gelmiştir. GR aktivitesi bakımından 50 mM NaCl dozunda kontrol bitkilerine oranla %9.1 oranında artış belirlenirken, bu oran 100 mM NaCl dozunda %20 olarak tespit edilmiştir. Ancak 150 mM NaCl dozunda, GR aktivitesinde ortaya çıkan artış sadece %2.7 oranında olmuştur. APX enzim aktivitesi bakımından 50 mM tuz dozunda %12.7; 100 mM tuz dozunda %24.2 ve 150 mM tuz dozunda %340 oranında bir artış belirlenmiştir.

Katalaz enzimi, oksidatif stres sonucu oluşan hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türevlerinin suya ve moleküler oksijene dönüşerek yok edilmesinde görevli bir enzim olarak rol almaktadır. Demiral ve Türkan (2005) çeltikte yaptıkları bir çalışmada, tuz stresinin CAT ve APX enzim aktivitelerinde artış meydana getirdiğini bildirmiştir.

Huang ve ark. (2009), 100 mM NaCl uyguladıkları hıyar bitkisinde tuz stresine bağlı olarak CAT enzim aktivitesinde artış meydana geldiğini ifade etmiştir. Burada çalışmada da artan tuz konsantrasyonu CAT enzim aktivitesinde artışa neden olmuştur. Tuz ve kuraklık stresi gibi oksidatif stres koşullarında enzimatik savunma mekanizmaları içerisinde yer alan askorbat peroksidaz enzimi (APX) genellikle hidrojen peroksinin suya indirgenerek kloroplastlar ve mitokondriden temizlenmesinde etkili olmaktadır (Scandalios, 1997; Shalata ve ark., 2001). Azevedo Neto ve ark. (2006), mısırdaki tuza tolerant ve hassas olan her iki mısır çeşidinde de tuz stresi koşullarında APX aktivitesinde artış görüldüğünü ifade etmişlerdir. GR enzimatik antioksidan savunmaları içerisinde yer alıp kloroplastlardaki ve mitokondrideki H_2O_2 'nin temizlenmesinde etkilidir. Wei ve ark. (2009) tarafından patlıcanda yapılan çalışmalarında GR aktivitesinin tuz stresi ile birlikte artışa geçtiği ve kontrol bitkilerine göre %511.6 düzeyinde bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Biberde gerçekleştirilen bir çalışmada, tuz uygulamaları sonucu tuza tolerant genotipte yaprak oransal su içeriğinde (YOSİ) meydana gelen azalmanın daha düşük oranlarda olduğu, ayrıca daha düşük MDA içeriğine sahip olduğu, SOD, toplam protein içeriği ve GR içeriği bakımından ise artış gösterdiği belirlenmiştir. Tuza hassas olan genotipte ise yaprak oransal su içeriğinde (YOSİ) daha fazla düşüş görülürken, MDA miktarında da daha yüksek oranlarda artış saptanmıştır. İncelenen parametreler ışığında biber genotiplerinin ROS bileşenlerine karşı özellikle antioksidant enzim aktivitelerini kullanarak karşı koymaya çalıştıkları belirlenmiştir (Aktaş ve ark., 2012). Tuz stresinin ortaya koyduğu oksidatif stres sonucu fasulye (Farhangi-Abriz ve Torabian, 2017), mısır (Jiang ve ark., 2017) ve nohut (Singh, 2018) bitkilerinde de antioksidatif enzim aktivitelerinde artışlar olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Farklı tuz konsantrasyonlarının turpta membran zararlanma indeksi ile CAT, APX ve GR enzim aktiviteleri bakımında ortaya koyduğu değişimler

Uygulamalar	CAT ($\mu\text{mol/dak/mg T.A}$)	GR ($\mu\text{mol/dak/mg T.A}$)	APX ($\mu\text{mol/dak/mg T.A}$)
0 (Kontrol)	43.26 d	113.25 d	44.56 d
50 mM NaCl	55.23 c	123.56 b	50.23 c
100 mM NaCl	60.75 b	135.91 a	55.35 b
150 mM NaCl	82.85 a	116.32 c	76.51 a

*Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar Duncan testine göre %5 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Sonuç

Farklı NaCl dozlarının, kırmızı turpun bitki büyüme ve gelişimi üzerindeki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin incelendiği çalışmada; genel olarak artan tuz stresinin büyümeyi olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Bitkilerdeki oksidatif zarara karşı en önemli savunma mekanizmalarını oluşturan CAT, APX ve GR enzim aktivitelerinde ise, stres koşullarına göre değişen oranlarda, artış meydana geldiği, turpta antioksidatif savunma mekanizmalarının tuza toleransın sağlanmasında önemli bir kriter olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Akrami, M., Arzani, A. (2018). Physiological alterations due to field salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.). *Acta Physiologiae Plantarum* 40, 1-14.
- Aktas, H., Abak, K., Eker, S. (2012). Anti-oxidative responses of salt-tolerant and salt-sensitive pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes grown under salt stress. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 87(4), 360.
- Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., EnEas-Filho, J., Braga de Abreu, C.E., Gomes-Filho, E. (2006). Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany* 56, 87-94.
- Cakmak, I., Marschner, H. (1992). Magnesium deficiency and highlight intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol.* 98,1222-1226.
- Daşgan, H.Y., Koç, S. (2009). Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment* 7(2), 363-372.
- Daşgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., Coban, G., Kusvuran, S. (2015). [The physiological parameters to compare for drought between early stage in pot and mature stage in field for melons](#). *Procedia Environmental Sciences* 29, 269.
- Deinlein, U., Stephan, A. B., Horie, T., Luo, W., Xu, G., Schroeder, J. I. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in plant science* 19(6), 371-379.
- Demiral, T., Türkan, I. (2005). Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. *Environmental and experimental botany* 53(3), 247-257.
- Długocka, E., Kacperska-Palacz, A. (1978). Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. *Biologia Plantarum* (Prague) 20, 262-267.
- Fan, S., Blake, T. (1994). Absciscic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Physiologia Plantarum* 90, 414-419.

- Farhangi-Abriz, S., Torabian, S. (2017). Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress. *Ecotoxicology and environmental safety* 137, 64-70.
- Ghoulam, C., Foursy, A., Fores, K. (2002). Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Exp. Botany* 47, 39-50.
- Huang, Y., Bie, Z., Liu, Z., Zhen, A., Wang, W. (2009). Protective role of proline against salt stress is partially related to the improvement of water status and peroxidase enzyme activity in cucumber. *Soil Science and Plant Nutrition* 55 (5), 698-704.
- Jiang, C., Zu, C., Lu, D., Zheng, Q., Shen, J., Wang, H., Li, D. (2017). Effect of exogenous selenium supply on photosynthesis, Na⁺ accumulation and antioxidative capacity of maize (*Zea mays* L.) under salinity stress. *Scientific Reports* 7, 42039.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş. (2016). Tuza tolerant ve hassas patlıcan genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı morfolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21(2), 130-138.
- Kıran, S., Ateş, Ç., Kuşvuran, Ş., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş. (2017). Tuzluluk ve kuraklık stresi altında farklı patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarının bazı morfolojik özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi* 7(2), 43-54.
- Kaouther, Z., Nina, H., Rezwani, A., Cherif, H. (2013). Evaluation of salt tolerance (NaCl) in Tunisian chili pepper (*Capsicum frutescens* L.) on growth, mineral analysis and solutes synthesis. *Journal of stress physiology biochemistry* 9(1), 209-228.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 356s.
- Kuşvuran, S. (2012). Ion regulation in different organs of melon (*Cucumis melo* L.) genotypes under salt stress. *International Journal of Agriculture & Biology* 14 (1), 141-144.
- Kuşvuran, A., Kıran, S.U., Nazlı, R.I., Kuşvuran S. (2015). Morphological response and ion regulation in maize (*Zea mays* L.) varieties under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(1), 124-131.
- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, 607.
- Liang, W., Ma, X., Wan, P., Liu, L. (2018). Plant salt-tolerance mechanism: a review. *Biochemical and biophysical research communications* 495(1), 286-291.
- Maas, E. V., & Hoffman, G. J. (1977). Crop salt tolerance—current assessment. *Journal of the irrigation and drainage division*, 103(2), 115-134.
- Munns, R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239-250.
- Rady, M.M., Taha, S.S., Kuşvuran, S. (2018a). Integrative application of cyanobacteria and antioxidants improves common bean performance under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 233, 61-69.
- Rady, M.M., Kuşvuran, A., Alharby, H.F., Alzahrani, Y., Kuşvuran, S. (2018b). Pretreatment with proline or an organic bio-stimulant induces salt tolerance in wheat plants by improving antioxidant redox state and enzymatic activities and reducing the oxidative stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-14.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L. (2004). Growth of Epicotyls, Turgor Maintenance and Osmotic Adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stress. *Field Crops Research* 86, 81-90, 2004.
- Saruhan, V., Üzen, N., Eylene, M., Çetin, Ö. (2008). Toprak tuzluluğunun kültür bitkilerine etkileri ve alınabilecek somut önlemler. *İklim Değişikliği Sempozyumu*, 13-14 Mart, Ankara.
- Scandalios, J.G. (1997). Oxidative stress and molecular biology of antioxidant defenses. Cold Spring Laboratory Press.
- Shalata, A., Mittova, V., M., Guy, M., Tal, M. (2001). Response of cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *lycopersicon pennelli* to salt dependent oxidative stress: the root antioxidative system. *Physiologia Plantarum* 112, 487-494.
- Singh, A. K. (2018). The physiology of salt tolerance in four genotypes of chickpea during germination. <http://41.204.187.24:8080/handle/123456789/4061>
- Talhouni, M., Sonmez, K., Ellialtıoğlu, S.S., Kuşvuran, S. (2017). Grafting onto different rootstock genotypes alleviates salt stress in aubergine (*Solanum melongena* L.) Plants by activating antioxidative enzyme defense system. *Agri. Balka.*, 16-18 May, 2017, Tekirdag, Turkey (p. 463-468).

- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H. (2005). differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. *Plant Science* 168, 223-231
- Wei, G.P., Yang, L.F., Zhu, Y.L., Chen, G. (2009). Changes in oxidative damage, antioxidant enzyme activities and polyamine contents in leaves of grafted and non- grafted eggplant seedling under stress by excess of calcium nitrate. *Scientia Horticulturae* 12, 443-451.
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2007. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Omü Zir. Fak. Dergisi*, 22(1):132-138.
- Yildirim, E., Turan, M., Donmez, M. F. (2008). Mitigation of salt stress in radish (*Raphanus sativus* L.) by plant growth promoting rhizobacteria. *Roumanian Biotechnol Lett*, 13, 3933-3943.
- Zhu, J., Bie, Z., Li, Y. (2008). Physiological and growth responses of two different salt-sensitive cucumber cultivars to NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition* 54, 400–407.

INSAC-18-1320

Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Dallı Darı (*Panicum virgatum* L.)’da
Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi (Alpaslan Kuşvuran, Şebnem Kuşvuran,
Recep İrfan Nazlı, Veyis Tanrı)

Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Dallı Darı (*Panicum virgatum* L.)’da Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi

Alpaslan Kuşvuran¹, Şebnem Kuşvuran¹, Recep İrfan Nazlı², Veyis Tansı²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokul, Çankırı, kusvuran@karatekin.edu.tr, skusvuran@karatekin.edu.tr
² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, inazli@cukurova.edu.tr, veyis@cukurova.edu.tr

Özet: Amerika Birleşik devletleri başta olmak üzere, dünya genelinde enerji bitkisi olarak en fazla kullanılan türlerden birisi dallı darı (*Panicum virgatum* L.)’dır. Farklı tuz konsantrasyonlarının dallı darı türünde bitki büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerin morfolojik ve fizyolojik bazı kriterler bakımından incelendiği bu çalışmada; 0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl dozlarına yer verilmiştir. Tohumlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren 11 litre hacmindeki plastik saksılara ekilmiş, 25 gün sonra tuz uygulamalarına başlanmıştır. Bitkilerde tuz stresinin oluşturduğu etkinin net olarak görüldüğü 84 günlük bitkiler hasat edilerek bazı morfolojik (skala, bitki yaş ve kuru ağırlığı kök yaş ve kuru ağırlığı gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı) ve fizyolojik (klorofil ve yaprak oransal su içeriği-YOSİ) parametreler bakımından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak incelenen parametrelerde değişen oranlarda azalma meydana geldiği, buna karşılık görsel skala değerlendirmesinde artış ortaya çıktığı saptanmıştır. Artan tuz konsantrasyonlarının olumsuz etkisinin 100 mM dozuyla birlikte görülmeye başlandığı, ancak asıl etkinin 150 mM tuz konsantrasyonu ile belirgin bir şekilde ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Oksidatif stres, *Panicum virgatum* L., RWC, skala, tuzluluk

Giriş

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Munns, 2002). Tuz stresi değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması ile ortaya çıkarken; doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür (NaCl)’dür.

Tuzlu ortamlarda yetişen bir bitki için büyümeyi engelleyici faktörler a) kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alımının azalması veya diğer bir deyişle su stresi, b) iyon toksisitesine neden olacak düzeyde yükselen Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının bitki bünyesinde birikimi, c) besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler ve özellikle K⁺ ve kısmen Ca⁺⁺ eksikliklerinin ortaya çıkması (Kuşvuran, 2011) şeklinde sıralanabilmektedir.

Genel olarak tuz zararı; daha küçük yapı, yaprak sayısında ve alanında azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Bunun yanı sıra, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, meyve tat ve kalitesinde bozulma ve buna bağlı olarak verimde düşüş tuz stresinin ortaya çıkardığı etkiler arasında yer almaktadır (Ashraf, 2004). Yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlikler nedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucu olarak fotosentez etkinliği azalarak bitkinin gelişiminde olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran ve ark., 2015).

Dallı darı Kuzey Amerika orijinli bir bitki olup ABD’de daha yaygındır ve ABD Enerji Bakanlığı tarafından model enerji bitkisi olarak seçilmiştir (Heaton ve ark., 2004). C₄ bitkisi olmaları nedeniyle, sahip oldukları fotosentez yolundan dolayı enerji bitkisi olarak oldukça yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Vamvuka ve ark. (2010), dallı darının önceleri ABD ve Kanada’da enerji bitkisi olarak kullanıldığını ancak son yıllarda Avrupa’da da gittikçe artan bir şekilde önem kazandığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, dünya genelinde model enerji bitkisi olarak önemli bir yere sahip olan dallı darı (*Panicum virgatum* L.) bitkisinin, farklı tuz konsantrasyonları altında göstermiş oldukları tepkilerin incelenerek bitki büyüme ve gelişmesinde ortaya çıkan morfolojik ve fizyolojik etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak ABD’den ithal edilen dallı darı (*Panicum virgatum* L.)’nın “Alamo” çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu’nda bulunan plastik serada, 2015 yılında, tesadüf parselleri deneme desenine göre, dört tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Dallı darı tohumları, içerisinde 2:1 oranında torf:perlite karışımı bulunan 11 litre kapasiteli ve 57x16x12 cm ebatlarındaki plastik saksılara, 1 kg da⁻¹ ekim normuna göre ekilmiştir (Alexopoulou ve ark., 2008; Vamvuka ve ark., 2010). Bitkilerin besin elementi ihtiyacı Hoagland besin çözeltisi kullanılarak karşılanmıştır.

Çalışmada, kontrol ve 5 farklı tuz konsantrasyonuna (0-kontrol, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) yer verilmiştir. Tohum ekiminden sekiz gün sonra çıkışlar başlamış ve 12. günde tamamlanmıştır. Ekimden 25 gün sonra, bitkiler belli bir gelişim gösterip, en az üç gerçek yapraklı aşamaya ulaştıklarında tuz uygulamalarına geçilmiştir. Stres uygulamasından 59 gün sonra tuz zararının net olarak belirlenmesi ile bitkiler hasat edilerek morfolojik (skala, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu, bitki çapı, yaprak sayısı) ve fizyolojik (klorofil ve yaprak oransal su içeriği-YOSİ) parametreler bakımından değerlendirilmiştir.

Skala (0-5) Değerlendirmesi: Tuz stresi sonucu skala değerlendirmesini ifade etmektedir. Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla Kuşvuran (2010) tarafından belirtilen şekilde 0-5 skalası esasına göre yapılmıştır.

0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)

1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma

2: Yapraklarda sararma ve %25 oranında nekrotik leke

3: Yapraklarda %25-50 arasında nekrotik leke görülmesi ve dökülme başlaması

4: Yapraklarda %50-75 oranında nekrozlar oluşması ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda %75-100 oranında şiddetli nekrozlar oluşması ve/veya bitkinin tamamen ölmesi

Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı (g 0.08m⁻²): Her bir saksıdaki bitkilerin tamamı hasat edilerek, toprak üstünde kalan aksamın tamamı hassas terazide tartılarak ölçümleri yapılmıştır. Alınan bitki örnekleri 65°C’de 48 saat süreyle, bünyesindeki su tamamen uzaklaşmaya kadar, etüvde kurutmaya tabi tutulmuş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı (g 0.08m⁻²): Her bir saksıdaki bitkilerin tamamı hasat edilerek, toprak altında kalan aksamın tamamı hassas terazide tartılarak ölçümleri yapılmıştır. Alınan kök

örnekleri 65°C'de 48 saat süreyle, bünyesindeki su tamamen uzaklaşmaya kadar, etüvde kurutmaya tabi tutulmuş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Gövde Boyu (cm) ve çapı (mm): Bitkilerin toprak yüzeyi ile en üst noktası arasındaki mesafe ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiş, bitki çapı manuel kumpas kullanılarak, alttan 2. ve 3. boğum arasında belirlenmiştir.

Yaprak Sayısı (adet bitki⁻¹): Hasat edilen bitkilerin tamamında bitki başına düşen yaprak sayısı belirlenmiştir.

Klorofil Spad Değeri: Minolta marka spad metre kullanılarak bitki yapraklarındaki klorofil miktarı belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ): Yaprak oransal su içeriği (%) olarak, Sanchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak daha sonra alınan yaprak örnekleri dört saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık değerleri g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak YOSİ (%) değerleri hesaplanmıştır.

$$(TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

Verilerin değerlendirilmesi: Deneme verileri SAS 9.1 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu durumlarda (P<0.01) bu farklılık LSD çoklu karşılaştırma yöntemi ile gruplandırılarak ortaya konulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, farklı tuz konsantrasyonlarının dallı darı bitkisinde incelenen özelliklerinin tamamında istatistiksel olarak önemli fark oluşturduğu tespit edilmiştir.

Skala (0-5) Değerlendirmesi

Tuzluluğun morfolojik olarak ortaya çıkardığı zararın belirlenmesi amacı ile yapılan 0-5 skala değerlendirmesinde kontrol bitkileri "0" olarak nitelendirilmiştir. Çalışma sonucunda skala değerleri 0.00-4.75 arasında değişim göstermiştir (Tablo 1). Tuz uygulamaları içerisinde 50 mM NaCl uygulanan bitkilerde skala değeri 1.50 olurken tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak skala değeri de artış göstermiş; 250 mM NaCl uygulamasında bu değer 4.75'e ulaşmıştır. Kuşvuran (2011) bamyada, Kuşvuran ve ark. (2015) ise mısırdaki yaptıkları tuzluluk çalışmalarında, görsel skala (0-5) değerleri bakımından genotip ve/veya çeşitlerin farklı puanlamalar aldığını ve tuz konsantrasyonlarına karşı farklı tepkiler verdiğini bildirmişlerdir.

Bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki büyüme ve gelişmesinde ortaya koyduğu değişimlerin incelendiği bu çalışmada, bitki yaş ve kuru ağırlıklarına ait elde edilen değerler Tablo 1'de gösterilmiştir. Artan doza bağlı olarak tuz stresi ile birlikte ortalama; yaş ağırlıkta %44, kuru ağırlıkta ise %31 düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında 50 mM NaCl uygulanan bitkilerde bitki yaş ve kuru ağırlıklarında sırasıyla, %32 ve %18 oranında

kayıp meydana gelirken, bu oran 250 mM NaCl uygulanan bitkilerde %59 ve %45 olarak tespit edilmiştir. Diğer uygulamalarda ise ortaya çıkan değişimler %26-59 arasında tespit edilmiştir.

Toksik düzeydeki NaCl tuzunun ilk belirgin semptomatik etkisi, 'bitkilerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığında azalma ve bitki büyümesinde duraklama' şeklinde olmuştur. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprakların dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümüne kadar geçen bir süreç gerçekleşmiştir. Tuzdan gözle görülebilir zararlanma derecesi arttıkça yani skala değeri büyüdükçe, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı da azalmıştır. Bu iki özellik arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunduğu Kuşvuran ve ark. (2007) tarafından da belirtilmiştir. Nitekim mısırdaki (Kuşvuran ve ark., 2015) ve kargı kamışında (Pollastri ve ark., 2018) gerçekleştirilen çalışmalarda tuz stresine bağlı olarak bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiği ifade edilmektedir.

Kök yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

Artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak görülen tuz stresi kök yaş ve kuru ağırlıklarında da değişen oranlarda azalmaya yol açmıştır (Tablo 1). Bu değişim tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak değişim göstermiştir. Buna göre, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında 50 mM NaCl uygulaması kök yaş ve kuru ağırlıklarında %32 oranında azalmaya neden olmuştur. En yüksek ağırlık kayıpları 250 mM NaCl dozunda görülmüş, kök yaş ve kuru ağırlıklarında ortalama olarak %55 ve %63 oranında azalma belirlenmiştir. En yüksek kök yaş ve kuru ağırlıkları ise kontrol bitkilerinde (179.9 ve 24.1 g 0.08 m⁻²) saptanmıştır.

Dallı darıda tuz stresinin toksik Na⁺ ve Cl⁻ iyonları nedeniyle bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesinden dolayı kök yaş ve kuru ağırlıklarında kayıplar meydana gelmiş, bu etki toksik iyon konsantrasyonu ile artış göstermiştir. Dadkhah ve Grrrifiths (2006), yüksek tuz konsantrasyonlarının şeker pancarında kök gelişimini engellediğini, 250 ve 350 mM tuz seviyelerinde kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre %23.3 ile %89.8 oranında azaldığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra Wang (2009) kök bölgesinin NaCl'ye doğrudan maruz kaldığını, dolayısıyla primer kök sisteminin büyümesi, hücre genişlemesi ve hücre döngüsünü direkt etkilediğini bildirmiştir.

Tablo 1. Farklı tuz konsantrasyonlarının dallı darı bitkisinde skala, bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerindeki etkisi

NaCl Dozları	Skala	Bitki Yaş Ağırlığı (g 0.08 m ⁻²)	Bitki Kuru Ağırlığı (g 0.08 m ⁻²)	Kök Yaş Ağırlığı (g 0.08 m ⁻²)	Kök Kuru Ağırlığı (g 0.08 m ⁻²)
0	0.00 e	230.86 a	64.15 a	179.98 a	24.07 a
50	1.50 d	154.78 b	52.03 b	121.70 b	18.01 b
100	2.25 c	139.99 c	46.97 c	121.55 b	17.97 c
150	3.00 b	131.50 d	44.63 d	115.65 c	17.24 c
200	3.25 b	120.95 e	41.60 e	96.60 d	9.86 d
250	4.25 a	94.62 f	34.65 f	79.92 e	8.80 e

Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Gövde boyu ve çapında meydana gelen değişimler

Gövde boyu ve çapı bakımından elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir. İncelenen parametre bakımından en yüksek değerler 66.25 cm bitki boyu ve 3.50 mm bitki çapı ile kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte gövde boyu değerlerinde ortalama %14; gövde çapı değerlerinde ise %27 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu değişim en belirgin olarak 250 mM NaCl uygulamasında tespit edilmiş olup, gövde boyunda %27 ve gövde çapında %44 olarak belirlenmiştir. Tuz stresinin konsantrasyonu ve maruz kalma süresi arttıkça meristematik hücrelerdeki mitoz bölünme hızı azalmakta, vegetatif ve generatif gelişmede farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Munns, 2002). Patlıcan (Kıran ve ark. 2015) ve pamukta (Gao ve ark. 2018) gerçekleştirilen çalışmalarda tuz stresinin hücre bölünmesi ve büyümesini etkilediği dolayısıyla gövde boyu ve çapında da kontrole göre azalma meydana geldiği ifade edilmiştir.

Yaprak sayısında meydana gelen değişimler

Yaprak sayısı, tuz konsantrasyonunda meydana gelen artışa bağlı olarak %25 oranında azalma göstermiştir (Tablo 2). Bu azalma 50 mM NaCl uygulamasında %6, 100 mM NaCl ve 150 mM NaCl uygulamasında %20, 200 mM NaCl uygulamasında %33 ve 250 mM NaCl uygulamasında %46 olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi karşısında NaCl’nin neden olduğu toksisite ve su potansiyelinde meydana gelen azalma, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelinin düşmesine ve bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Bu değişim süreci içerisinde tuz stresine en duyarlı olan bitki organlarının yapraklar olduğu düşünülmektedir (Kuşvuran, 2011). Nitekim gerçekleştirilen bu çalışmada, artan NaCl dozu bitkide toksik etki ortaya çıkararak bitkinin gelişimini azaltmış ve buna bağlı olarak yaprak sayısında azalma meydana gelmiştir.

Klorofil (Spad Değeri) miktarı bakımından meydana gelen değişimler

Dallı darıda farklı tuz konsantrasyonlarının morfolojik ve fizyolojik etkilerinin incelendiği çalışmada, stres sonunda bitkilerde klorofil (spad) miktarı da belirlenmiş ve Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre en yüksek klorofil değerleri 35.87 ile kontrol bitkilerinde saptanmıştır. NaCl uygulamasına bağlı olarak klorofil değerlerinde azalma meydana gelmiş, en fazla azalma oranı %29 ile 250 mM NaCl uygulamasında tespit edilmiştir. Tuz stresi değişik parametreler üzerinde etkili olmak suretiyle fotosenteze olumsuz etki yapar. Yaprakların iç hücrelerinde CO₂ basıncı düşerken stomaların geçirgenliklerinde olduğu gibi klorofil kapsamında da azalma olmaktadır (Daşgan ve ark., 2018). Bu çalışmada, tuz konsantrasyonundaki artış klorofil değerlerinde azalmaya yol açmıştır.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) bakımından meydana gelen değişimler

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) bakımından meydana gelen değişimler Tablo 2’de gösterilmiştir. YOSİ değerleri tuz konsantrasyonundaki artış ile birlikte azalma göstermiştir. Kontrol bitkilerinde YOSİ %89.89 olarak belirlenirken, 250 mM NaCl uygulamasında YOSİ değeri %47 oranında bir azalma ile %47.38 olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi, bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010). Dallı darıda da toksik iyon alımına bağlı olarak su alımı azalarak ikincil bir stres olan kuraklık stresinin ortaya çıktığı, böylece su alımındaki kısıtlama ile bağlantılı olarak YOSİ değerlerinin de azalma eğilimi gösterdiği düşünülmektedir.

Tablo 2. Farklı tuz konsantrasyonlarının dallı darı'da bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkisi

NaCl Dozları	Gövde Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Yaprak Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Klorofil (Spad)	RWC (%)
0	65.75 a	3.50 a	3.75 a	35.87 a	89.89 a
50	66.25 a	3.43 a	3.50 a	30.40 b	81.10 b
100	65.00 a	2.62 b	3.00 ab	28.20 c	71.39 c
150	54.00 b	2.45 b	3.00 ab	26.90 cd	67.46 cd
200	49.00 c	2.35 b	2.50 bc	25.90 de	61.71 d
250	48.00 c	1.95 c	2.00 c	25.35 e	47.38 e

Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar Duncan testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel olarak farklı değildir.

Sonuç

Tuz stresi bitkilerde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal olarak değişimlere yol açan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bu çalışmada önemli bir enerji bitkisi olan dallı darıda farklı tuz konsantrasyonlarının bitki büyüme ve gelişmesinde ortaya koyduğu değişimler bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler ışığında incelenmiştir. Çalışma sonucunda artan tuz konsantrasyonunun bitki gelişimini engellediği, özellikle 150 mM NaCl ve üzerindeki tuz konsantrasyonlarının önemli toksik etkiler meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Alexopoulou E., Sharma N., Papatheohari Y., Christou M., Piscioneri I., Panoutsou C., Pignatelli V. (2008). Biomass yields for upland and lowland switchgrass varieties grown in the Mediterranean region. *Biomass and Bioenergy* 32, 926-933.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 199(5), 361-376.
- Dasgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., Coban, G., Kusvuran, S. (2015). [The physiological parameters to compare for drought between early stage in pot and mature stage in field for melons](#). *Procedia Environmental Sciences* 29, 269.
- Dasgan, H.Y., Küçükkömürcü, S., Aydoğan, G., Kuşvuran, S., Akhoundnejad, Y. (2018). Screening of okra genotypes for their resistance to salinity and drought. XXX. Int. Hort. Congress 12-16 August 2018, Turkey
- Gao, W., Xu, F. C., Guo, D. D., Zhao, J. R., Liu, J., Guo Y. W., Song, C. P (2018). Calcium-dependent protein kinases in cotton: insights into early plant responses to salt stress. *BMC Plant Biology* 18(1), 15.
- Heaton, E., Voigt, T., Long, S.P., (2004). A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioenergy* 27, 21-30.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş. Ş (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (TABAD)* 8(1), 20-30.

- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş, Abak, K., Yaşar, F. (2007). Bazı kavun genotiplerinin tuz stresine tepkileri. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 13(4), 395-404.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 356s.
- Kuşvuran Ş (2011). Bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) da tuz stresine tolerans bakımından genotipsel farklılıklar ve tarama parametrelerinin araştırılması. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi 28 (2), 55-70.
- Kuşvuran, A., Kiran, S.U., Nazlı, R.I., Kusvuran S. (2015). Morphological response and ion regulation in maize (*Zea mays* L.) varieties under salt stress. Fresenius Environmental Bulletin 24(1), 124-131.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25(2), 239-250.
- Pollastri, S., Savvides, A., Pesando, M., Lumini, E., Volpe, M. G., Ozudogru, E. A., Fotopoulos, V. (2018). Impact of two arbuscular mycorrhizal fungi on *Arundo donax* L. response to salt stress. Planta. 247(3), 573-585.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stress. Field Crops Research 86, 81-90, 2004.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. Plant Science 168, 223-23.
- Vamvuka, D., Topouzi, V., Sfakiotakis, S., Evaluation of production yield and thermal processing of switchgrass as a bio-energy crop for the Mediterranean region. Fuel Processing Technology 91, 988–996
- Wang, Y., Li, K., Li, X. (2009). Auxin redistribution modulates plastic development of root system architecture under salt stress in *Arabidopsis thaliana*. Journal of Plant Physiology 166, 1637-1645.

INSAC-18-1321

Tuz Stresinin Miskantus (*Miscanthus x giganteus*) Bitkisinde
Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi (Alpaslan Kuşvuran, Şebnem Kuşvuran,
Recep İrfan Nazlı, Veyis Tansı)

Tuz Stresinin Miskantus (*Miscanthus x giganteus*) Bitkisinde Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi

Alpaslan Kuşvuran¹, Şebnem Kuşvuran¹, Recep İrfan Nazlı² Veyis Tansı²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı, kusvuran@karatekin.edu.tr, skusvuran@karatekin.edu.tr

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, inazli@cukurova.edu.tr, veyis@cukurova.edu.tr

Özet: *Miskantus Güney Asya orijinli bir bitki olmasına karşın daha çok Avrupa kıtasında tanınan bir bitkidir. Bu çalışmada, farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM NaCl) miskantus bitkisinde bitki büyüme ve gelişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Rizomlar 2:1 oranında torf:perlit karışımı içeren 11 litre hacmindeki plastik saksılara dikilmiş, dikimden 25 gün sonra tuz uygulamalarına başlanmıştır. Bitkilerde tuz stresinin oluşturduğu etkinin net olarak görüldüğü 72 günlük bitkiler hasat edilerek skala, bitki yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı, klorofil ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) bakımından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak görsel skala değerlendirmesinde artış ortaya çıktığı ve incelenen parametrelerde değişen oranlarda azalma meydana geldiği, tespit edilmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Klorofil, *Miscanthus x giganteus*., skala, tuzluluk, YOSİ

Giriş

Tuz stresi bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Toprak tuzluluğu yağışın az olduğu alanlarda toprakta fazla miktarda NaCl birikimi olarak ifade edilirken, Yakupoğlu ve Özdemir (2007), bitkilere zarar verecek düzeyde çözünen tuz veya değişebilir sodyum ya da bunların ikisini birden içeren toprakları tuzlu toprak olarak isimlendirmiştir.

Bitkiler, tuz stresinde, iki şekilde bitki gelişimini engellemektedir. Bu bileşenlerden ilki, topraktaki tuz miktarının artışı ozmotik basıncı artırdığı ve su potansiyelini düşürdüğü için köklerin su alımını engelleyerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olduğu osmotik etki; diğeri ise tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde iyon dengesinin bozulması besin maddesi alımının engellenmesi şeklinde ortaya çıkan toksik etkidir (Stavridou ve ark. 2017).

Tuz toleransı, yüksek oranlarda tuz içeriğine sahip olan ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla bitkiler tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmalarından birini devreye sokarak tuz koşullarında büyüme ve gelişmelerine devam edebilmektedirler. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip bitkiler, tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içerisindeki tuz konsantrasyonunu sabit tutma yeteneğine sahiptirler. Tuzu kabullenme mekanizmasını çalıştıran bitkilerde ise, Na ve Cl iyonlarına doku toleransı göstermektedirler (Kuşvuran 2010). İyon regülasyonu, bitkilerin tuz toleransının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Tuz koşullarında bitki genotiplerinin dokularında düşük Na⁺ ve Cl⁻ alımı yanında daha yüksek oranlarda K ve Ca seviyelerinin oluşturulması toleransın anahtar mekanizmalarını oluşturmaktadır. Genel olarak tuz stresine toleransı olan bitkiler dokularında daha yüksek K/Na oranını oluşturma kabiliyetine sahiptirler (Daşgan ve Koç 2009; Acosta-Motos ve ark. 2017).

Çok yıllık buğdaygiller içerisinde enerji bitkisi olarak en fazla tercih edilen iki türden birisi olan miskantus (*Miscanthus x giganteus*) Güney Asya orijinli bir bitki olmasına karşın daha çok Avrupa kıtasında tanınan bir bitkidir (Heaton ve ark., 2004). Yüksek biyokütle verimi ve kalitesi nedeniyle katı yakıt olmaya en uygun bitkilerden birisi olarak ifade edilmesinin yanında, biyoetanol verim potansiyeli ve sera gazı salımını azaltmada etkin olması bakımından tek yıllık bitkilerden daha üstün oldukları ifade edilmektedir (Huang ve ark., 2009).

Bu çalışmada, dünya genelinde model enerji bitkisi olarak önemli bir yere sahip olan miskantus (*Miscanthus x giganteus*) bitkisinin farklı tuz konsantrasyonları altında göstermiş olduğu tepkilerin incelenerek bitki büyüme ve gelişmesinde ortaya çıkan morfolojik ve fizyolojik etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Avusturya ve Kanada'dan ithal edilen (*Miscanthus x giganteus*) rizomları materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu'nda bulunan plastik serada, 2015 yılında, tesadüf parselleri deneme desenine göre, dört tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Miskantus rizomları, içerisinde 2:1 oranında torf:perlit karışımı bulunan 11 litre kapasiteli ve 57x16x12 cm ebatlarındaki plastik saksılara, her bir saksıda 6 adet bitki olacak şekilde dikilmiştir. Rizomların sürmesinden sonra tekleme yapılarak her bir saksıda en sağlıklı üç adet rizom bırakılmıştır. Bitkilerin besin elementi ihtiyacı Hoagland besin çözeltisi kullanılarak karşılanmıştır.

Çalışmada, kontrol ile birlikte altı farklı tuz konsantrasyonuna (0-kontrol, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) yer verilmiştir. Rizomların dikiminden 8 gün sonra, sürgünlerden çıkışlar başlamıştır. Dikimden 25 gün sonra, bitkiler en az üç gerçek yapraklı aşamaya ulaştıklarında tuz uygulamalarına geçilmiştir. Stres uygulamasından 46 gün sonra tuz zararının net olarak belirlenmesi ile bitkiler hasat edilerek skala, bitki yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, gövde boyu, bitki çapı, yaprak sayısı, klorofil ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) gibi bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler bakımından değerlendirilmiştir.

Skala (0-5) Değerlendirmesi: Tuz stresi sonucu skala değerlendirmesini ifade etmektedir. Bitkilerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla Kuşvuran (2010) tarafından belirtilen şekilde 0-5 skalası esasına göre yapılmıştır.

0: Bitkilerin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)

1: Yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma

2: Yapraklarda sararma ve %25 oranında nekrotik leke

3: Yapraklarda %25-50 arasında nekrotik leke görülmesi ve dökülme başlaması

4: Yapraklarda %50-75 oranında nekrozlar oluşması ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda %75-100 oranında şiddetli nekrozlar oluşması ve/veya bitkinin tamamen ölmesi

Bitki Yaş ve Kuru Ağırlığı (g bitki⁻¹): Her bir saksıdaki bitkilerin tamamı hasat edilerek, toprak üstünde kalan aksamın tamamı hassas terazide tartılarak ölçümleri yapılmıştır. Alınan bitki örnekleri 65°C'de 48 saat süreyle, bünyesindeki su tamamen uzaklaşmaya kadar, etüvde kurutmaya tabi tutulmuş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Kök Yaş ve Kuru Ağırlığı (g bitki⁻¹): Her bir saksıdaki bitkilerin tamamı hasat edilerek, toprak altında kalan aksamın tamamı hassas terazide tartılarak ölçümleri yapılmıştır. Alınan kök

örnekleri 65°C'de 48 saat süreyle, bünyesindeki su tamamen uzaklaşmaya kadar, etüvde kurutmaya tabi tutulmuş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Gövde Boyu (cm) ve çapı (mm): Bitkilerin toprak yüzeyi ile en üst noktası arasındaki mesafe ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiş, bitki çapı manuel kumpas kullanılarak, alttan 2. ve 3. boğum arasında belirlenmiştir.

Yaprak Sayısı (adet bitki⁻¹): Hasat edilen bitkilerin tamamında bitki başına düşen yaprak sayısı belirlenmiştir.

Klorofil Spad Değeri: Minolta marka spad metre kullanılarak bitki yapraklarındaki klorofil miktarı belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ): Yaprak oransal su içeriği (%) olarak, Sanchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınarak daha sonra alınan yaprak örnekleri dört saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık değerleri g olarak tespit edilmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak YOSİ (%) değerleri hesaplanmıştır.

$$(TA-KA)/(TuA-KA) \times 100$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

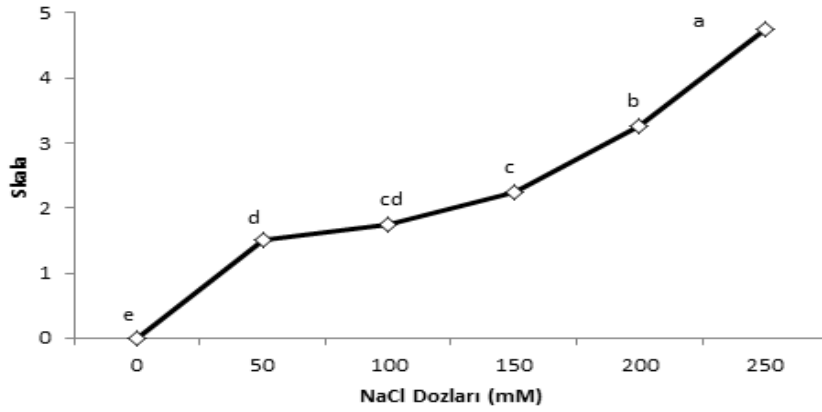
Verilerin değerlendirilmesi: Deneme verileri SAS 9.1 istatistik paket programında varyans analizine tabii tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu durumlarda ($P < 0.01$) bu farklılık LSD çoklu karşılaştırma yöntemi ile gruplandırılarak ortaya konulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde incelenen özelliklerinin tamamında istatistiksel olarak önemli fark oluşturduğu tespit edilmiştir.

Skala (0-5) Değerlendirmesi

Tuz stresinin morfolojik olarak ortaya çıkardığı zararın belirlenmesi amacı ile yapılan 0-5 skala değerlendirmesinde kontrol bitkileri "0" olarak nitelendirilmiştir. Çalışma sonucunda skala değerleri 0.00-4.75 arasında değişim göstermiştir (Şekil 1). Tuz uygulamaları içerisinde 50 mM NaCl uygulanan bitkilerde skala değeri 1.50 olurken tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak skala değeri de artış göstermiş, 250 mM NaCl uygulamasında bu değer 4.75'e ulaşmıştır.

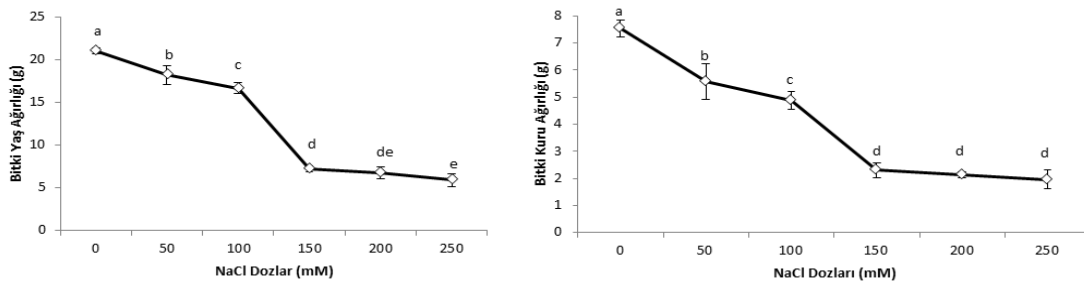


Şekil 1. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde ortaya koyduğu skala değerlendirmesi

Bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde, en önemli farklılıklar bitki yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen azalma ile ortaya çıkmaktadır. Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki büyüme ve gelişmesinde ortaya koyduğu değişimlerin incelendiği çalışmada bitki yaş ve kuru ağırlıkları da incelenmiş ve Şekil 2’de gösterilmiştir. Tuz stresi ile birlikte yaş ağırlıkta ortalama %47, kuru ağırlıkta ise %63 düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında 50 mM NaCl uygulanan bitkilerde bitki yaş ve kuru ağırlıklarında %13 ve %35 oranında kayıp meydana gelirken; bu oran 250 mM NaCl uygulanan bitkilerde %72 ve %74 olarak tespit edilmiştir. Diğer uygulamalarda ise ortaya çıkan farklılıklar %13-68 arasında değişim göstermiştir. Bitkilerde tuzdan kaynaklı olarak gözle görülebilir şekilde zararlanma derecesi arttıkça yani skala değeri büyüdükçe, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı azalmıştır.

Toksik düzeydeki NaCl tuzunun ilk belirgin semptomatik etkisi, ‘bitkilerin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığında azalma ve bitki büyümesinde duraklama’ olmuştur. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü gerçekleşmiştir. Bu iki özellik arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunduğu Kuşvuran ve ark. (2007) tarafından da belirtilmiştir. Nitekim miskantus (Stavridou ve ark., 2017) ve kargı kamışında (Pollastri ve ark., 2018) gerçekleştirilen çalışmalarda tuz stresine bağlı olarak bitkilerde yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiği ifade edilmektedir.

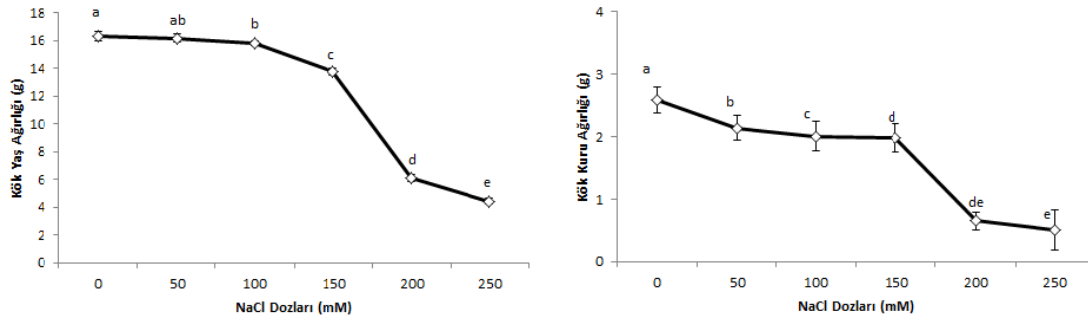


Şekil 2. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde bitki yaş ve kuru ağırlıkları bakımından ortaya koyduğu değişimler

Kök yaş ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

Kök yaş ve kuru ağırlıkları, tuz konsantrasyonlarında meydana gelen artışa bağlı olarak değişen oranlarda azalma göstermiştir (Şekil 3). En yüksek kök yaş ve kuru ağırlıkları kontrol bitkilerinde (16.33 ve 2.58 g bitki⁻¹) saptanmıştır. Buna göre kontrol bitkileri ile karşılaştırıldıklarında 50 mM NaCl uygulaması kök yaş ve kuru ağırlıklarında %1 ve %17 oranında azalmaya neden olmuştur.

Tuz stresinin toksik Na⁺ ve Cl⁻ iyonları nedeniyle bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesinden dolayı kök yaş ve kuru ağırlıklarında kayıplar meydana gelmiş, bu etki toksik iyon konsantrasyonu ile artış göstermiştir. Dadkhah ve Grrrifiths (2006), yüksek tuz konsantrasyonlarının şeker pancarında kök gelişimini engellediğini, 250 ve 350 mM tuz seviyelerinde kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre %23.3 ile %89.8 oranında azaldığını ifade etmiştir. Bunun yanı sıra Wang (2009) kök bölgesinin NaCl'ye direkt olarak maruz kaldığını, dolayısıyla primer kök sisteminin büyümesi, hücre genişlemesi ve hücre döngüsünü doğrudan etkilediğini bildirmiştir.

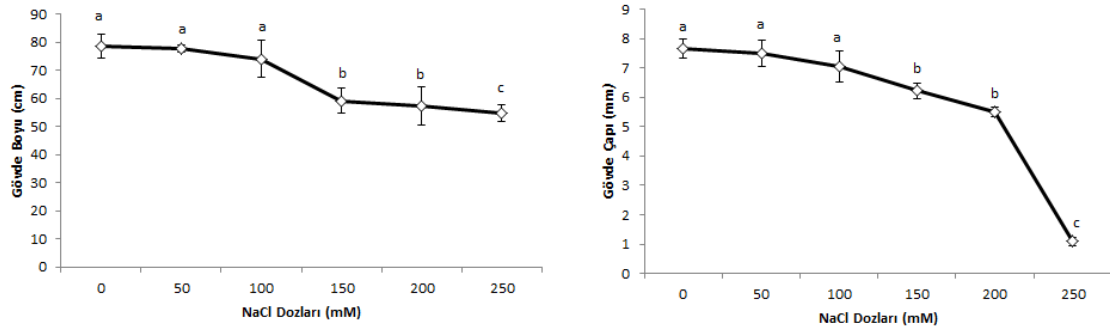


Şekil 3. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından ortaya koyduğu değişimler

Gövde boyu ve çapında meydana gelen değişimler

Farklı düzeylerde uygulanan NaCl, bitkilerde oluşturduğu stres ile birlikte gövde boyu ve çapında azalmaya neden olmuştur (Şekil 4). İncelenen parametre bakımından en yüksek değerler 78.5 cm boy ve 7.7 mm bitki çapı ile kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte ortalama olarak gövde boyu değerlerinde %18, gövde çapı değerlerinde ise %28 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu değişim en belirgin olarak 250 mM NaCl uygulamasında tespit edilmiş olup; gövde boyunda %30 ve gövde çapında %85 olarak belirlenmiştir.

Tuz stresinin konsantrasyonu ve maruz kalma süresi arttıkça meristematik hücrelerdeki mitoz bölünme hızı azalmakta, vegetatif ve generatif gelişimde farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Munns, 2002). Kıran ve ark. (2015) ve Gao ve ark. (2018) gerçekleştirdikleri çalışmalarında tuz stresinin hücre bölünmesi ve büyümesini etkilediğini, dolayısıyla gövde boyu ve çapında da kontrole göre azalma meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

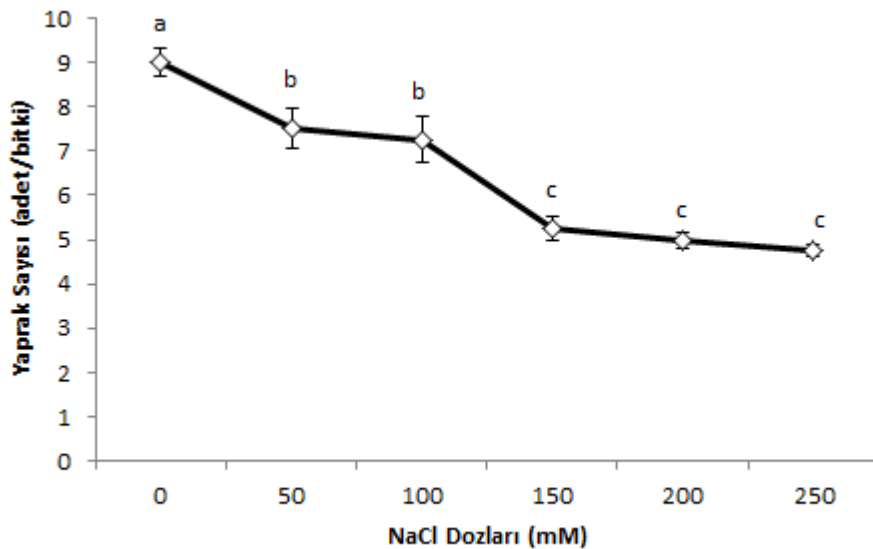


Şekil 4. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde gövde boy ve çapı bakımından ortaya koyduğu değişimler

Yaprak sayısında meydana gelen değişimler

Yaprak sayısı bakımından elde edilen bulgular Şekil 5'te verilmiştir. Yaprak sayısı tuz konsantrasyonunda meydana gelen artışa bağlı olarak %33 oranında azalma göstermiş, bu azalma 50 mM NaCl uygulamasında %16; 100 mM NaCl uygulamasında %19; 150 mM NaCl uygulamasında %41; 200 mM NaCl uygulamasında %44 ve 250 mM NaCl uygulamasında %47 olarak tespit edilmiştir.

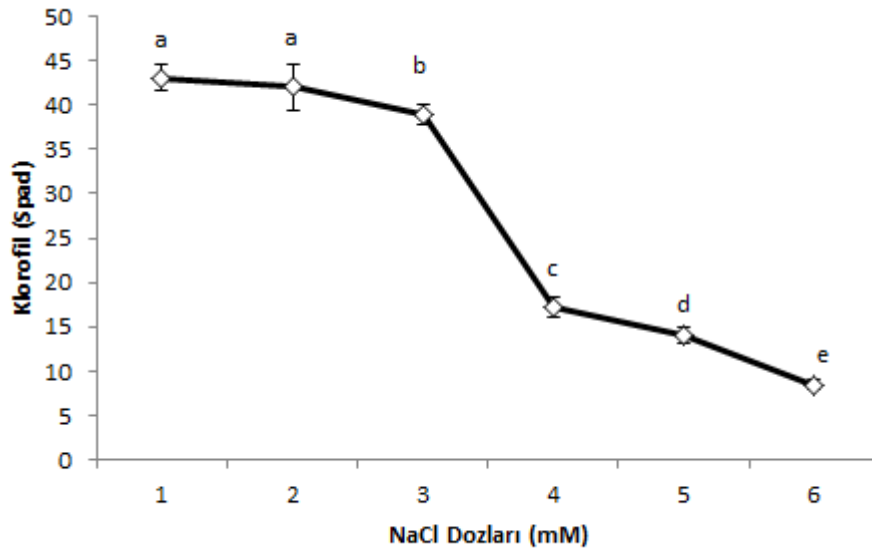
Tuz stresi karşısında NaCl'nin neden olduğu toksisite ve su potansiyelinde meydana gelen azalma, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelinin düşmesine ve bitki gelişiminde azalmaya neden olmaktadır. Genel olarak tuz stresi koşullarına öncelikle etkilenen ve ilk belirtilerin görüldüğü bitki organları yapraklar olmaktadır (Kuşvuran, 2011). Nitekim gerçekleştirilen bu çalışmada, artan toksik NaCl dozu bitki gelişimini azaltmış, buna bağlı olarak yaprak sayısında da azalma meydana gelmiştir.



Şekil 5. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde yaprak sayısı bakımından ortaya koyduğu değişimler

Klorofil (Spad Değeri) miktarı bakımından meydana gelen değişimler

Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde ortaya koyduğu morfolojik ve fizyolojik etkilerin incelendiği çalışmada, en yüksek klorofil değerleri kontrol bitkilerinde (43.05) belirlenmiştir (Şekil 6). NaCl uygulamasına bağlı olarak klorofil değerlerinde azalma meydana gelmiş ve bu azalma %80 ile 250 mM NaCl uygulamasında tespit edilmiştir. Tuz stresi değişik parametreler üzerine etkili olmak suretiyle fotosentez üzerine de olumsuz yönde etki yapar. Yaprakların iç hücrelerinde CO₂ basıncı düşerken stomaların geçirgenliklerinde olduğu gibi klorofil kapsamında da azalma olmaktadır (Daşgan ve ark., 2018). Bu çalışmada, tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak klorofil değerlerinde de azalma tespit edilmiştir.

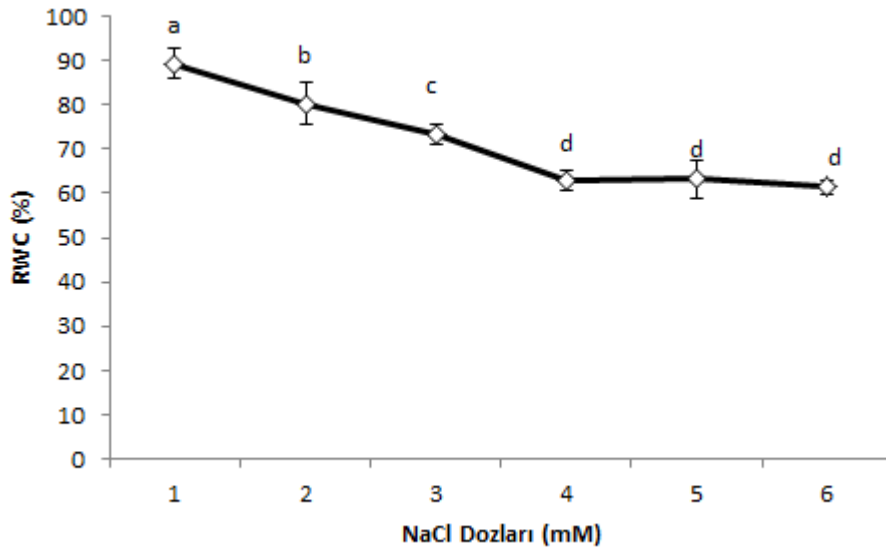


Şekil 6. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde klorofil içeriği (Spad) bakımından ortaya koyduğu değişimler

Yaprak oransal su içeriği bakımından meydana gelen değişimler

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) bakımından meydana gelen değişimler incelenmiş ve Şekil 7’de gösterilmiştir. YOSİ değerleri tuz konsantrasyonundaki artış ile birlikte azalma göstermiştir. Kontrol bitkilerinde YOSİ %89.33 olarak belirlenirken; 250 mM NaCl uygulamasında YOSİ değeri %31 oranında bir azalma ile %61 olarak tespit edilmiştir.

Tuz stresi, bitkinin su alımını engelleyerek, ozmotik etki nedeniyle bitki gelişiminin azalmasına, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanmalara neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010). Çalışmada toksik iyon alımına bağlı olarak su alımı azalarak ikincil bir stres olan kuraklık stresinin ortaya çıktığı böylece su alımındaki kısıtlama ile bağlantılı olarak YOSİ değerlerinin de azalma eğilimi gösterdiği düşünülmektedir.



Şekil 7. Farklı tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde yaprak oransal su içeriği (RWC) bakımından ortaya koyduğu değişimler

Sonuç

Tuz stresi bitkide, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal açıdan birçok metabolik olayı olumsuz yönde etkilemekte, özellikle kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışma sonucunda artan tuz konsantrasyonunun bitki gelişimini engellediği; özellikle 100 mM NaCl ve üzerindeki tuz konsantrasyonlarının miskantus bitkisinde bitki büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy* 7(1), 18.
- Daşgan, H.Y. and Koç, S. 2009. Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(2), 363-372.
- Dasgan, H.Y., Küçükkörmürcü, S., Aydoğan, G., Kuşvuran, S., Akhoundnejad, Y. (2018). Screening of okra genotypes for their resistance to salinity and drought. XXX. Int. Hort. Congress 12-16 August 2018, Turkey.
- Gao, W., Xu, F. C., Guo, D. D., Zhao, J. R., Liu, J., Guo Y. W., Song, C. P (2018). Calcium-dependent protein kinases in cotton: insights into early plant responses to salt stress. *BMC Plant Biology* 18(1), 15.

- Heaton, E., Voigt, T., Long, S.P. (2004). A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioenergy* 27, 21-30.
- Huang, H.J., Ramaswamy, S., Dajani, W.A., Tschirner, U., Cairncross, R.A. (2009). Effect of biomass species and plant size on cellulosic ethanol: A comparative process and economic analysis *Biomass and Bioenergy* 33, 234-246.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., Ellialtıoğlu, Ş. Ş (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (TABAD)* 8(1), 20-30.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş, Abak, K., Yaşar, F. (2007). Bazı kavun genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 13(4), 395-404.
- Kuşvuran Ş (2011). Bamyı (*Abelmoschus esculentus* L.) da tuz stresine tolerans bakımından genotipsel farklılıklar ve tarama parametrelerinin araştırılması. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 28 (2), 55-70
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 356s.
- Pollastri, S., Savvides, A., Pesando, M., Lumini, E., Volpe, M. G., Ozudogru, E. A., Fotopoulos, V. (2018). Impact of two arbuscular mycorrhizal fungi on *Arundo donax* L. response to salt stress. *Planta*. 247(3), 573-585
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (TL.) Subjected to Water Stress. *Field Crops Research* 86, 81-90, 2004.
- Stavridou, E., Hastings, A., Webster, R. J., Robson, P. R. (2017). The impact of soil salinity on the yield, composition and physiology of the bioenergy grass *Miscanthus×giganteus*. *Gcb Bioenergy*, 9(1), 92-104.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H. (2005). differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. *Plant Science* 168, 223-231
- Yakupoğlu, T., Özdemir, N., 2007. Tuzluluk ve Alkaliliğin Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. *Omü Zir. Fak. Dergisi* 22(1), 132-138.

INSAC-18-1325

Yatay Yüklü Tekil Kısa Kazıklar Tasarımını Etkileyen Faktörlerin Üç
Boyutlu Analizlerle Optimizasyonu (Moutasem Zarzour, Özcan Tan)

Yatay Yüklü Tekil Kısa Kazıklar Tasarımını Etkileyen Faktörlerin Üç Boyutlu Analizlerle Optimizasyonu

Moutasem Zarzour¹, Özcan Tan²

¹İnşaat Mühendisi, Yüksek lisans öğrencisi, Konya Teknik Üniversitesi, E-mail: Moutasem.Zarzour@selcuk.edu.tr

²Profesör, İnşaat Bölümü, Geoteknik Anabilim Dalı, Konya Teknik Üniversitesi, E-mail: ozcantan@selcuk.edu.tr

Özet: Kumlu zeminlerde yatay yük etkisindeki tekil kısa kazıkların performansı Plaxis 3D yazılımı kullanarak parametrik olarak Taguchi Optimizasyon tekniği ile incelenmiştir. Çalışma için 5 parametrelili ve 4 seviyeli Taguchi L16 tasarım tablosu kullanılmıştır. Kazık çapı (D), kazığın zemin içindeki uzunluğu (L), kazığın zemin üstündeki uzunluğu (e), düzeltilmiş SPT darbe sayısı (N60 (SPT) ve yeraltı su seviyesi (YASS) parametre olarak seçilen çalışmada L16 tablosu kullanarak 16 farklı durum için Plaxis modelleri oluşturularak kazık başlığı seviyesinin 10, 25 ve 50mm yatay yer değiştirmesine karşılık karşı gelen yatay yükler bulunmuştur. Taguchi Optimizasyon tekniği ile 10, 25 ve 50mm yatay deplasmanlar için S/N ve Varyans analizleri yapılarak her parametrenin etki grafikleri ile etki oranları belirlenmiştir. Yatay yüklü kazıkların özellikle ön tasarımlarda kullanılabilecek matematik modeller geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yatay yüklü kazık – sonlu elemanlar- Taguchi Optimizasyon Yöntemi

GİRİŞ

Yanal yüklü kazıklar inşaat Mühendisliğinde çok farklı uygulamalarda kullanılırlar. Başlıcaları; şev stabilizesinde, derin kazıların desteklemesinde (iksa), rıhtım yapılarında, deprem ve rüzgâr yüklerine karşı yapıların temellerinde, iskeleli sanat yapılarında, köprü ayağı temellerinde ve deniz veya okyanus yapılarında dalgadan gelen yanal yüklerin karşılanması olarak sıralanabilir.

Yanal yüklü kazıkların davranışı ile yanal yük kapasitesinin belirlenmesi tasarımlar için oldukça önemlidir. Yatay yüklü kazık sisteminin davranışını üstyapı, kazık, zemin ve yük özellikleri etkilemektedir. Sistemi etkileyen parametre sayısının oldukça fazla olması ve sistemin hiperstatik bir yapıda olması nedeniyle çözümler oldukça karmaşık olmaktadır. Yanal yüklü kazıkların tasarımı zemin koşullarına ve kazık üzerinde oluşan eğilme momentleri ve yük etkisinde oluşan yanal ötelenmelere göre yapılmaktadır. Zeminin kayma mukavemeti, içsel sürtünme açısı, kazığın imalat yöntemi, kazığın geometrisi (çapı veya boyutları ve uzunluğu), kazığın başının tutulu olduğu veya olmadığı yanal yüklü kazıkların davranışını etkileyen önemli unsurlardır. Bu nedenlerle çeşitli kabullere dayalı çok farklı yöntemler geliştirilmiştir (Broms 1964, Reese 1975, Hansen 1961). Konu günümüze kadar farklı yönleri ile araştırılmış ve halende devam etmektedir.

Ancak; yatay yüklü kazıklarının davranışının parametrik olarak ve uygun bir optimizasyon tekniği kullanılarak araştırılması, parametrelerin sonuç üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve ön tasarımlar için kullanılabilecek matematik modellerin geliştirilmesi üzerine yapılmış detaylı çalışmalar literatürde yok denecek kadar azdır. Bu çalışma ile kum içerisindeki yatay yüklü kısa (rijit) kazıklar için Plaxis 3D yazılımı kullanılarak parametrik bir çalışma yapılması, literatürdeki boşluğun doldurulması ve tasarımlarda kullanılabilecek pratik bağıntılar geliştirilmesi hedeflenmiştir. Tasarım tablosunun seçilmesinde ve analizlerde Taguchi optimizasyon tekniği uygulanmıştır.

Bu çalışma; Moutasem Zarzour' un Konya Teknik Üniversitesinde devam etmekte olan yüksek lisans tezi kapsamında yürütülen çalışmaların bir kısmını kapsamaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Taguchi Optimizasyon Tekniği: Parametrelerin sonuç değer üzerindeki etkilerin öncelikli olarak araştırılacağı ve istatistiksel değerlendirmelerin yapılacağı bir çalışma için tam faktöriyel deney tasarımı, kesirli faktöriyel deney tasarımı, her defasında bir faktörün değiştirildiği deney tasarımı ile deterministik veya stokastik tabanlı optimizasyon teknikleri kullanılmaktadır. Tam faktöriyel tasarımı özellikle deney/analiz sayısının fazla olduğu durumlarda uygulamak maliyet ve zaman açısından olanaksız duruma gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda her defasında bir faktörü değiştirerek veya kesirli deney tasarımı yapmak seçenek olabilir. Ancak bu tür tasarımlarda hangi parametre ve seviyelerin seçileceği, sonuçların güvenilirliği konusunda problemler oluşmaktadır. Taguchi Yöntemi az sayıda deney veya çalışma yaparak tam faktöriyel çalışma sonuçlarını vermeyi hedefleyen deterministik bir optimizasyon yöntemidir. Bu yöntem, çalışma maliyetini en aza indirmek, sonuçlara kısa sürede hedefe ulaşmak ve parametrelerin sonuç üzerindeki etkilerini belirlemek için geliştirilmiş olan bir güçlü bir optimizasyon yöntemidir. Yöntemde kontrol edilebilen faktörlerin optimum değerlerini belirleyebilmek için parametre sayısına ve seviyesine bağlı özel olarak tasarlanmış ortogonal dizinler (deney tasarım tabloları) kullanılmaktadır. Yöntem hakkında detaylı bilgi Phadke (1989) da bulunmaktadır. Seçilen tasarım tablosundaki her kombinasyon için deney veya analizlerin yapılmasından sonra S/N ve varyans analizleri yapılmaktadır.

S/N analizlerinde temel hedef, sonuç değerinin değişim indeksi olarak ta adlandırılan S/N oranlarının hesaplanmasıdır. Aşağıdaki bağıntı ile hesaplanan S/N oranı ne kadar büyük ise hedef değer etrafındaki ürün değişimi o kadar küçülür.

$$S / N = -10 \log_{10}(MSD) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Bu bağıntıdaki MSD (Mean Square Deviation) değeri, hedef değerinin en büyük, en küçük ve belirli bir değer olması durumları için (2)-(4) nolu eşitliklerden hesaplanmaktadır.

$$MSD = \left(\frac{1}{Y_1^2} + \frac{1}{Y_2^2} + \dots + \frac{1}{Y_n^2} \right) / n \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$MSD = \left(\frac{Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2}{n} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$MSD = \left(\frac{(Y_1 - Y_0)^2 + (Y_2 - Y_0)^2 + \dots + (Y_n - Y_0)^2}{n} \right) \quad \dots\dots (4)$$

Burada; Y₁, Y₂, ... Y_n; deney (veya analiz) sonuçları, n; bir deneydeki tekrar sayısıdır. Taguchi Yöntemi ile herhangi bir kombinasyon için beklenen (hedef) değer aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilmektedir.

$$Y_{\text{beklenen}} = \sqrt{\frac{1}{MSD_{\text{ort}}}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Deney veya çalışma sonuçlarının güvenilirliği için çok değişkenli varyans analizi (ANOVA) kullanılarak parametrelerin sonuç üzerindeki etki yüzdeleri ve güven düzeyleri belirlenmektedir.

Taguchi Yönteminin İnşaat Mühendisliğinde kullanımı ile ilgili günümüze kadar farklı çalışmalar yapılarak yöntemin uygulanabilirliği gösterilmiştir (Tan 2006, Tan ve Zaimoğlu 2004)

Yatay Yüklü Kısa Kazıklarda Optimizasyon:

Yatay yüklü kısa kazıkların davranışını araştırmak amacı ile her biri dört seviyeli olan 5 parametrelili L16 tablosu kullanılmıştır. Yatay yüklü kısa kazıkların tasarımını etkileyen ve kontrol edilebilen ve çalışma için seçilen parametreler;

- Kazık çapı (D),
- Kazığın zemin içindeki uzunluğu (L),
- Kazığın zemin üstündeki uzunluğu (e),
- Düzeltilmiş SPT darbe sayısı (N60)
- Yeraltı su seviyesi (YASS)

Olarak sıralanabilir. Çalışmada kullanılan parametrelerin değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo1. Kısa Kazıklar için tasarımlarda seçilen parametreler ve seviyeleri

Parametre Seviyeleri	Parametreler ve değerler			
	L (m)	e (m)	N60 (darbe)	YASS
1.seviye	2	0.5	10	0
2.seviye	4	1	20	0.4L
3.seviye	6	1.5	30	0.8L
4.seviye	8	2	40	1.2L

Çalışma için 5 parametrelili ve 4 seviyeli Taguchi L16 tasarım tablosu (Tablo 2) kullanılmıştır.

Tablo2. Taguchi tasarımında seçilen parametreler ve seviyeleri

Analiz No.	D (m)	L (m)	e (m)	N60 (darbe)	YASS
1	0.5	2	0.5	10	0
2	0.5	4	1	20	0.4L
3	0.5	6	1.5	30	0.8L
4	0.5	8	2	40	1.2L
5	0.75	2	1	30	1.2L
6	0.75	4	0.5	40	0.8L
7	0.75	6	2	10	0.4L
8	0.75	8	1.5	20	0
9	1	2	1.5	40	0.4L
10	1	4	2	30	0
11	1	6	0.5	20	1.2L
12	1	8	1	10	0.8L
13	1.25	2	2	20	0.8L
14	1.25	4	1.5	10	1.2L
15	1.25	6	1	40	0
16	1.25	8	0.5	30	0.4L

Tablo 2'deki tasarım tablosunda verilen 16 farklı durum için Plaxis modelleri oluşturularak 10,25 ve 50mm kazık ucu yatay hareket miktarları için yanal yükler Plaxis yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde zemin ve sonlu elemanlar modeli ile ilgili aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

- Zemin homojen ve izotropik yapıya sahiptir.
- Zemin tek tabakadan oluşturmaktadır.
- Drenajlı kohezyonsuz zemin ortamı geçerlidir.
- Zemin yüzey rijitliği $R=0.8$ olarak alınmıştır.
- Kazıklar kısa (rijit) ve lineer elastik davranışa sahiptir.
- Zemin göçme modeli Mohr-Coulomb modeline göre modellenmiştir.
- Model çok inci mesh seçilerek yapılmıştır.
- Zemin içsel sürtünme açısı, düzeltilmiş SPT darbe sayısına (N_{60}) göre, aşağıdaki bağıntı (Mcgregor ve Duncan,1998) ile hesaplanmıştır.

$$\phi = \sqrt{12N_{60}} + 15 \quad (6)$$

- Analizlerde Zemin poisson oranı $\nu=0.3$ olarak alınmıştır.
- Elastisite modülü düzeltilmiş SPT darbe sayısına (N_{60}) göre, aşağıdaki bağıntı (Tan ve diğ,1991) ile hesaplanmıştır.

$$E_s = 500(N_{60} + 15) \quad (7)$$

Tasarım tablosundaki 16 farklı durum için plaxis yazılımı kullanılarak kazık ucunun 10, 25 ve 50mm yatay hareket miktarlarına karşılık gelen yatay yükler hesaplanarak Tablo 3. de verilmiştir. 1 nolu eşitlik ile hesaplanan S/N değerleri de Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. Taguchi tasarımında yanal yük, S/N ve Varyans Değerleri.

Analiz No.	10 mm		25mm		50mm	
	Yanal Yük (KN)	S/N Oran	Yanal Yük (KN)	S/N Oran	Yanal Yük (KN)	S/N Oran
		1		1		1
1	9.85	19.87	12.1	21.66	13.3	22.48
2	44.5	32.97	66.3	36.43	85.8	38.67
3	91.4	39.22	149.2	43.48	208.1	46.37
4	144.8	43.22	256.3	48.17	380.8	51.61
5	28.1	28.97	40.0	32.04	50	33.98
6	113.7	41.12	184.2	45.31	254.7	48.12
7	68.4	36.70	109.8	40.81	146.4	43.31
8	112.3	41.01	174.5	44.84	233.2	47.35
9	33.6	30.53	49.1	33.82	61.8	35.82
10	52.4	34.39	80.1	38.07	103.4	40.29
11	161.8	44.18	262.5	48.38	357.2	51.06
12	161.1	44.14	273.4	48.74	379.8	51.59
13	25.1	27.99	37.1	31.39	46.1	33.27
14	66.9	36.51	106.9	40.58	140.5	42.95
15	178.5	45.03	292.4	49.32	403.1	52.11
16	319.2	50.08	546.8	54.76	780.1	57.84

Tablo 3 de verilen S/N oranları kullanılarak 10, 25 ve 50mm yatay hareket durumları için parametre seviyelerinin ortalama S/N değerleri hesaplanarak 10mm durumu için belirlenen değerler Tablo 4. de verilmiştir.

Tablo 4. Parametre seviyelerinin ortalama S/N oranları

Seviye	D (m)	L (m)	e (m)	N ₆₀	Y.A.S.S.
1	39.78	31.39	44.87	40.08	40.56
2	43.19	42.51	44.09	42.59	43.91
3	44.69	48.21	43.12	44.62	44.84
4	46.54	52.10	42.12	46.92	44.90
Delta	6.76	20.71	2.75	6.83	4.34
Rank	3	1	5	2	4

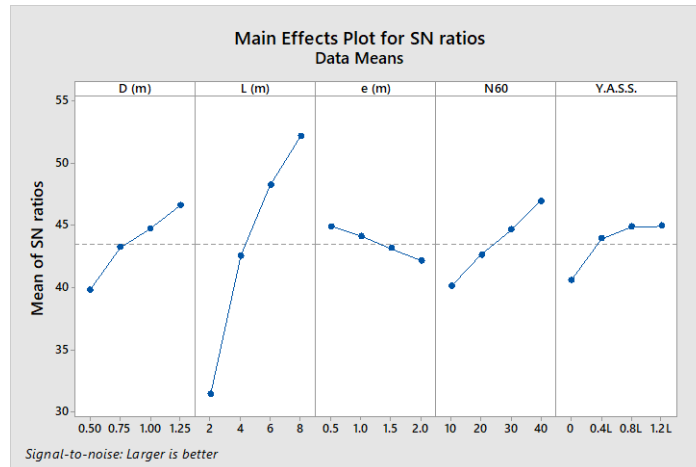
Parametrelerin sonuç üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan çok değişkenli varyans analizi (ANOVA) sonuçları ise Tablo 5. de verilmiştir.

Tablo 5. Parametre seviyelerinin ortalama S/N oranları

Parametre	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Varyans	Net varyans	Etki oranı%
D (m)	3	98.39	98.390	32.797	7.91
L (m)	3	975.38	975.381	325.127	78.48
e (m)	3	17.05	17.055	5.685	1.37
N ₆₀	3	101.66	101.656	33.885	8.18
Y.A.S.S.	3	50.28	50.277	16.759	4.05
Toplam	15	1242.76			

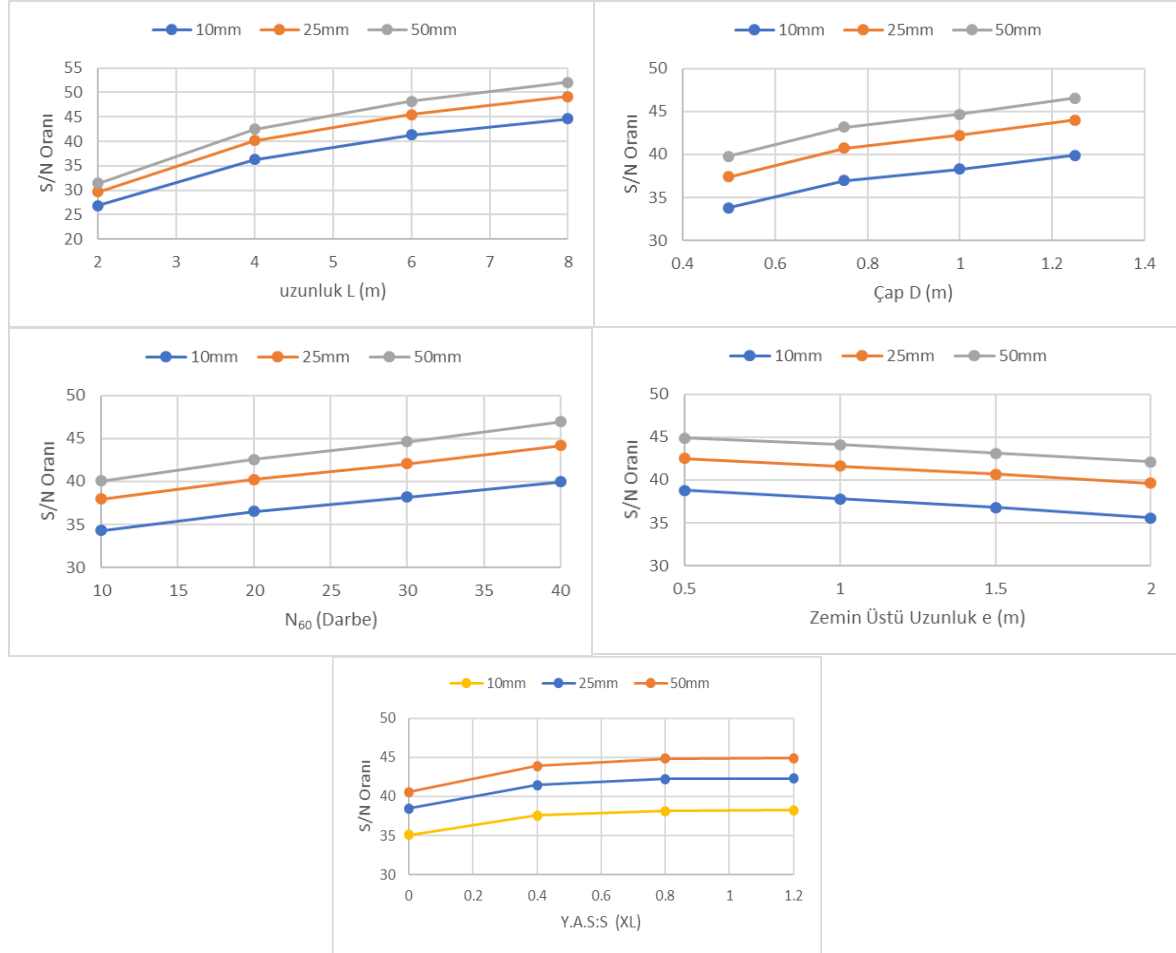
BULGULAR

Parametrelerin Yatay Yük Taşıma Kapasitesi Üzerindeki Etkileri: Parametre seviyelerinin yatay yük taşıma kapasitesi üzerindeki etkilerini belirlemek için çizilen ortalama S/N değeri-parametre seviyesi dağılım grafikleri şekil 1. de verilmiştir.



Şekil 1. Parametre seviyesi- (S/N)_{Ort.} arasındaki değişim (10mm yatay hareket için)

Şekil 1'den yatay yük taşıma kapasitesi üzerindeki en etkili parametrenin kazık boyu olduğu görülmektedir. Zemin içindeki kazık boyu (L), kazık çapı (D) ve N_{60} darbe sayısının artması ile yatay yük taşıma kapasitesinin arttığı, kazığın zemin üstündeki uzunluğunun artması ile bu değerin azaldığı görülmektedir. Yine yer altı su seviyesini düşmesi ile, su etkisi azalacağından taşıma kapasitesinin arttığı görülmektedir. Benzer şekilde Kazık ucunun 10, 25 ve 50mm yatay deplasmanı için parametre seviyelerine ait değişim grafikleri toplu olarak Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Parametre Seviyelerinin Etki grafikleri

Tasarımlarda Kullanılabilecek Matematik Modellerin Geliştirilmesi: Şekil 2 de verilen etki grafikleri kullanılarak 10, 25 ve 50mm için MSD matematik modelleri (bağıntı (8)-(10) geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin determinasyon katsayılarının (R^2) 0.95 ten büyük olduğundan temsil edebilecek düzeyde olduğu görülmüştür.

$$MSD_{10} = 0.06L^3 - 1.21L^2 + 10.4L + 6.5\ln(D) - 0.48e^3 + 1.58e^2 - 3.59e + 0.19N_{60} + 3.91Y_{ass}^3 - 10.78Y_{ass}^2 + 9.94Y_{ass} + 7.88 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$MSD_{25} = 0.07L^3 - 1.42L^2 + 11.85L + 7.03\ln(D) - 0.09e^3 + 0.18e^2 - 1.91e + 0.2N_{60} + 3.93Y_{ass}^3 - 11.66Y_{ass}^2 + 11.51Y_{ass} + 7.1 \quad \dots\dots(9)$$

$$MSD_{50} = 0.08L^3 - 1.58L^2 + 12.93L + 7.21\ln(D) + 0.21e^3 - 1.02e^2 - 0.4e + 0.23N_{60} + 4.04Y_{ass}^3 - 12.41Y_{ass}^2 + 12.69Y_{ass} + 5.73 \quad \dots\dots(10)$$

İstenilen parametre değerlerine göre hesaplanan parametre değerleri için yukarıdaki modelden hesaplanan MSD değerlerinden (5) nolu bağıntı kullanılarak yatay yük taşıma kapasitesi

hesaplanabilmektedir. Modelin güvenilirliğini göstermek için seçilen 25 farklı kombinasyondaki parametre değerleri Tablo 6 da, hesaplanan yatay yük değerleri ise Tablo 7. de verilmiştir.

Tablo 6. Model Güvenilirliği İçin Seçilen Parametre Değerleri

Analiz No.	D (m)	L (m)	e (m)	N ₆₀ (Darbe)	YASS
1	0.6	2	0.8	22	0
2	0.7	6	0.7	12	0.5L
3	0.8	7	1	14	1.0L
4	0.9	4	1.2	22	0.7L
5	1	5	1.4	24	1.1L
6	1.1	3	0.8	26	0.9L
7	1.2	8	0.6	32	0.6L
8	0.7	2	0.7	36	0.8L
9	0.6	4	1.6	15	1.2L
10	1	6	1.4	18	0
11	0.9	5	1.2	33	0.5L
12	1.1	7	0.8	21	0.6L
13	0.8	3	1.7	26	0.7L
14	1.2	4	1.3	16	0.8L
15	0.65	7	0.6	12	0
16	1	2	0.8	32	1.0L
17	0.75	4	1.6	24	1.1L
18	0.95	3	1.8	18	1.2L
19	0.85	5	0.7	38	0.9L
20	1.1	6	0.9	15	0.5L
21	0.65	8	1.9	25	0.4L
22	0.8	7	1.4	35	0.6L
23	0.7	4	0.6	19	1.0L
24	0.9	6	1.1	37	0.9L
25	0.8	5	1.2	23	0.6L

Tablo 7. Rastgele Seçilen Farklı Durumlar İçin Kazıkların Yatay Yük Değerleri

	10mm Yatay Hareket İçin			250mm Yatay Hareket İçin			50mm Yatay Hareket İçin		
Analiz No.	Plaxis sonucu (KN)	Matematik Model (KN)	Rölatif hata (%)	Plaxis sonucu (KN)	Matematik Model (KN)	Rölatif hata (%)	Plaxis sonucu (KN)	Matematik Model (KN)	Rölatif hata (%)
1	13.9	14.0	0.9	17.9	18.0	0.5	20.8	20.6	-1.0
2	98.8	94.2	-4.6	154.8	148.3	-4.2	205.2	196.3	-4.3
3	131.9	128.1	-2.9	217.5	211.9	-2.6	298.3	291.3	-2.3
4	72.9	72.7	-0.3	114	115.9	1.6	150	154.7	3.1
5	108.2	110.6	2.2	178.1	183.4	3.0	245.4	252.2	2.8
6	79.6	63.8	-19.9	118.7	99.6	-16.1	151.9	130.7	-14.0
7	321.5	331.6	3.1	560.12	585.3	4.5	812.3	846.1	4.2
8	37.7	30.9	-18.0	51.3	44.6	-13.1	64.3	56.1	-12.8
9	39.4	42.8	8.6	60.5	65.6	8.5	79.2	85.5	8.0
10	92.2	87.2	-5.4	142.8	133.8	-6.3	188.1	173.0	-8.0
11	122.8	124.8	1.6	202.1	206.4	2.1	280.9	285.9	1.8
12	202.2	194.2	-3.9	337.3	328.4	-2.6	470	457.1	-2.7
13	39.8	40.7	2.2	61.2	62.5	2.1	79.2	81.1	2.4
14	83.3	77.9	-6.5	130.3	125.2	-3.9	170.2	166.1	-2.4
15	88.42	81.0	-8.4	132	120.1	-9.0	171.8	152.5	-11.2
16	47.1	36.2	-23.1	67.9	53.2	-21.6	84.7	67.1	-20.8
17	58	60.9	4.9	92.7	96.8	4.5	125.2	129.7	3.6
18	39	38.5	-1.3	58.8	58.9	0.2	74.9	75.6	0.9
19	153	153.8	0.5	253.4	259.3	2.3	356.8	366.4	2.7
20	141.8	134.6	-5.1	228.4	220.1	-3.6	307.1	297.4	-3.2
21	139.9	125.6	-10.2	234.1	211.9	-9.5	328	297.2	-9.4
22	177.1	181.2	2.3	300.3	310.4	3.4	429.5	443.8	3.3

23	69.9	65.0	-7.0	106.4	100.9	-5.1	138.8	132.7	-4.4
24	175.2	183.9	5.0	297.7	317.3	6.6	426.5	455.9	6.9
25	92.8	94.0	1.3	148.1	152.1	2.7	199.7	206.4	3.4
	Ortalama Mutlak hata		5.98	Ortalama Mutlak hata		5.6	Ortalama Mutlak hata		5.6

Tablo 7'den, kısa kazıkların yatay yük taşıma kapasitesini belirlemede geliştirilen bağıntılar kullanılabileceği görülmektedir. Ortalama mutlak hatanın %6'nın altında olması modellerin güvenilirliğini göstermektedir.

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yatay yüklü kısa kazıkların davranışının ve yatay yük taşıma kapasitesinin parametrik olarak araştırıldığı bu çalışmada edinilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Kazık davranışını etkileyen en önemli parametre %79 oran ile zemin içerisinde kalan kazık boyudur. Kazık boyu arttıkça yatay yük değerinde yaklaşık doğrusal olarak artmaktadır.
- İkinci ve üçüncü derecede etkili parametreler %8'lik oran ile kazık çapı ve SPT darbe sayısıdır. Bu parametreler arttıkça yatay yük değeri artmaktadır.
- Taguchi optimizasyon tekniği kullanılarak geliştirilen matematik modellerin yatay yüklü kısa kazıkların özellikle ön tasarımında kullanılabileceği belirlenmiştir. Modellerin ortalama mutlak hatası %6'nın altındadır.
- Bu çalışma Taguchi optimizasyon tekniğinin İnşaat Mühendisliği problemlerinde davranışın tanımlanmasında kullanılabileceğini göstermesi açısından önemlidir.
- Daha fazla parametre ve seviyesinin dikkate alınarak geliştirilecek çalışmalar ile kısa veya uzun kazıkların kesin tasarımları için modeller geliştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Phadke M.S. (1989), *Quality Engineering Using Robust Design*, Prentice Hall, New York,
- Broms B. 1964. Lateral resistance of piles in cohesionless soils, Journal of the soil mechanics division, American Society of Civil Engineers, Vol. 90, No. SM3, May 1964, 123-56.
- Dilaver, M.T. 2007. Yanal Yüklü Kazıkların Tasarımını Etkileyen Faktörlerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Hansen, J.B. 1961. Ultimate resistance of rigid piles against transversal forces. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No.12 Copenhagen 1961, pp. 5-9.
- McGregor, J. and Duncan, J.M. (1998) Performance and Use of the Standard Penetration Test in Geotechnical Engineering Practice. Report of CGPR, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg.
- Reese, L.C. and Welch, R.C. 1975. Lateral loading of deep foundations in stiff clay, J. Geotech. Eng. Div., ASCE, Vol. 101. No.GT7
- Tan, C.K., Duncan, J.M., Rojiani, K.B., and Barker, R.M., 1991. Engineering Manual for Shallow Foundations, Prepared for NCHRP Project 24-4, Department of Civil Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, May 1991.

- TAN Ö. (2006). Investigation of soil parameters affecting the stability of homogeneous slopes using the Taguchi method. Eurasian Soil Science, 39(11), 1248-1254.,
- TAN Ö ve ZAIMOĞLU A. Ş. (2004). Taguchi Approach For Investigation of The Setting Times on Cement Based Grouts. INDIAN Journal Of Engineering And Materials Sciences, 11(1)

INSAC-18-1326

Örgütsel Sessizlik, Mobbing ve Tükenmişlik İlişkisi (Kemalettin ERYEŞİL,
Mehtap ÖZTÜRK)

Örgütsel Sessizlik, Mobbing ve Tükenmişlik İlişkisi

Kemalettin ERYEŞİL¹, Mehtap ÖZTÜRK²

¹Şırnak Üniversitesi, E-mail:kemalettineriesil@hotmail.com

²Selçuk Üniversitesi, E-mail:mehtapfindik@selcuk.edu.tr

Özet: Bu çalışmanın amacı mobbing, örgütsel sessizlik ve tükenmişlik arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışma kapsamında TİGEM'e bağlı işletmede çalışan 408 kişiden kolayda örneklem yoluyla elde edilen veriler üzerinden söz konusu değişkenler arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. Araştırma sonucunda çalışanların mobbing, tükenmişlik algısı ve örgütsel sessizlik tutumunun orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada mobbing, örgütsel sessizlik ve tükenmişlik arasında pozitif yönlü ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olduğu, mobbing ve örgütsel sessizlik arasındaki ilişkide tükenmişliğin kısmi aracılık rolü olduğu ve tükenmişlik ve mobbingin örgütsel sessizlik davranışını açıklamada önemli bir değişken olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örgütsel Sessizlik, Mobbing, Tükenmişlik.

Giriş

Sürekli gelişen ve değişen, müşterilerin tercih ve beklentilerinin artmasıyla kalitenin arttığı, rekabetin olduğu örgütsel çevrede örgütler çalışanlarından daha fazla sorumluluk beklemekte ve bu durumda çalışanların rol gereklerinde daha fazla inisiyatif almalarına neden olmaktadır. Ayrıca uzun çalışma saatleri, çalışanın hak etmediği ücretler, işten çıkarmalar, çalışanlara değer verilmemesi bunun gibi birçok nedenden dolayı çalışanlar örgütte meydana gelen değişikliklere bağlı olarak bilerek veya bilmeyerek örgütsel sorunlara karşı kayıtsız kalmaktadır. Çevresel dinamiklerin sürekli değiştiği bu çevrede örgütlerin varlığını devam ettirebilmesi için, çalışanların bilgi paylaşımında bulunmaları ve örgüt ile uyumlu hale gelebilmeleri beklenmektedir. Örgütsel yazında, çalışanların kendi kararlarını verebildiği, yetkilendirmenin esas olduğu ve açık iletişim kanalları üzerine odaklanılsa da, birçok çalışanın örgütü ile bilgi paylaşımından kaçındığı ve örgütte açık iletişimin desteklemediğini bildirilmektedir (Shojaie vd., 2011). Çalışanların çoğu zaman bilinçli bir şekilde korunma veya savunma amaçlı örgütleri ile bilgileri paylaşmamaları şeklinde gelişen bu durumu Morrison ve Milliken (2000) örgütsel sessizlik olarak tanımlamıştır. Çalışanların örgütsel sorunlara ilişkin olumsuz geri bildirim alma veya dikkate değer bulmama gibi nedenlerle yöneticilerinden saklama (Kalay vd., 2014) şeklinde de ifade edilen örgütsel sessizliğin ortaya çıkmasında örgütsel sinizm, örgütsel güven duygusunun veya bağlılığının azalması, örgütsel adaletsizlik algısı gibi birçok nedeni bulunmakla birlikte bu çalışmada çalışanların örgütsel sessizlik davranışı göstermesine neden olabilecek olan mobbing ve tükenmişlik davranışları incelenmiştir. Bu doğrultuda çalışmada mobbing ve tükenmişliğin örgütsel sessizlik davranışı üzerindeki etkisi ve mobbing ve örgütsel sessizlik davranışı arasındaki ilişkide tükenmişlik sendromunun aracılık rolü incelenmiştir.

1. Kavramsal Çerçeve

Sessizlik, insanların sahip olduğu bilgi, birikim, tecrübe, fikir ve düşüncelerini içinde barındırıp dışa aktarmaması olarak ifade edilmektedir (Dilek, 2014: 5). Örgüt yazınında sessizlik, aktif, bilinçli, kasıtlı ve amaçlı bir davranış olarak incelenmekte ve çalışanların örgüt içindeki sorunlarla ilgili görüş, fikir ve düşüncelerini kasıtlı olarak esirgemesi durumu örgütsel sessizlik olarak

tanımlanmaktadır (Morrison ve Milliken, 2000). Örgütsel sessizlik, çalışanın örgüt içinde karşılaştığı örgütsel açıdan önem arz eden sorunlara karşı gösterdiği tepki şeklinde tanımlanmaktadır (Henriksen ve Dayton, 2006: 1539). Sessizlik bilerek veya bilmeyerek çalışanları bir araya getirmesi veya uzaklaştırması, çalışanlar arası etkileşime zarar verebilmesi veya iyileştirebilmesi gibi olumlu ve olumsuz tepkilere neden olabilmektedir (Harbalıoğlu, 2014: 9). Örgütsel sessizlik çalışanların kendi inisiyatifleriyle veya inisiyatifleri dışında olabilmektedir. Çalışanların sessiz kalmaları, bilinç dışı bastırılmış sessizlik, bilinçli saklanan sessizlik ve bilinçli bastırılmış sessizlik şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bilinç dışı bastırılmış sessizlik, farkında olmadan çalışanın örgüt içerisinde bilginin aktarılmasındır. Bu durumda çalışan bilgiye sahiptir ancak bilinç dışı olarak sessiz kalmaktadır. Bilinçli saklanan sessizlik, çalışanın seslilik eyleminde bulunması halinde olumsuz bir durumla karşılaşma ihtimalinin olması ya da çıkarının olması durumunda bilinçli olarak sergilediği tepki olarak ele alınmaktadır. Bu iki türün güç odağı bireye göre yön değiştirmektedir. Bilinçli bastırılan sessizlik ise, güç odağı bireye göre değil işletmeye göre yön değiştiren, örgüt tarafından çalışanın sessizleştirilme durumudur. Bilinçli bastırılan sessizlikte seslilik eylemi gerçekleştirdiği takdirde, çalışanın işini kaybetme, terfi edememe gibi olumsuzluklarla karşılaşması ihtimali vardır (Blackman ve Sadler-Smith, 2009: 571-572).

Örgütsel sessizlik literatürü incelendiğinde yapılan çalışmalarda çalışan sessizliği; kabul edilmiş sessizlik, korunma amaçlı sessizlik ve örgüt yararına sessizlik şeklinde üç boyutta incelenmektedir (Şehitoğlu ve Zehir, 2010: 89). Kabul edilmiş sessizlik; çalışanın örgütte hiçbir şeyin değişmeyeceği inancıyla var olan durumu benimseme anlayışına dayanmaktadır. Bu durumda çalışanlar; hiçbir konuda itiraz etmemekte, mevcut duruma razı olmakta, konuyla ilgili çok fazla konuşmak istememekte ve durumu değiştirmeye yönelik herhangi bir teşebbüste bulunmamaktadırlar. Çalışanlar, “konuşsam da fayda etmeyecek en iyisi susmam”, “konuşmak bir şeyi değiştirmeyecek” şeklinde düşünceye sahip olduklarından sessiz kalmaktadırlar. Korunma (savunma) amaçlı sessizlikte ise çalışanlar konuşmaktan çok susmayı tercih ederler. Çalışanlar herhangi bir durumdaki korkularından kendisine zarar geleceğini düşündüğünden savunma amaçlı kasıtlı olarak susmaktadırlar. Bu sessizlik türünde çalışanlar, işleriyle ilgili herhangi bir konuda fikir beyan ettiklerinde bunun faydasız hatta tehlikeli bir çaba olduğuna inanmakta ve bunun sonucunda üstlerinin duymak istemediği herhangi bir bilgiyi kendilerinde tutabilmektedirler. Örgütsel sessizliğin diğer bir türü olan örgüt yararına sessizlik; çalışanların örgüt veya diğer çalışanları koruma amaçlı olarak susmalarındır. Çalışanlar kişisel menfaati dışında örgüte fayda sağlamak ve diğer çalışanların menfaatini korumak amacıyla sessiz kalmaktadırlar (Öztürk, 2014: 9-10). Çalışanların örgütleriyle ilgili fikir, bilgi ve düşüncelerini paylaşmalarına engel olabilecek diğer bir ifade ile örgütsel sessizliğin nedenleri arasında yer alan faktörlerden biri de mobbingdir.

İşyerinde psikolojik taciz olarak da adlandırılan mobbing, sistematik bir şekilde bir veya birkaç kişi tarafından esas olarak bir bireye doğru yönlendirilen düşmanca ve etik olmayan iletişim şeklinde tanımlanmaktadır (Leymann, 1990: 120). Leymann (1996: 165) mobbing kavramını, “birden fazla kişinin bir araya gelerek başka bir kişiye karşı saldırı hazırlığına başlaması ve yine söz konusu kişiye karşı cephe oluşturmaları” şeklinde açıklamıştır. Lorenz (1991) ve Leymann (1990) yaptıkları çalışmalara dayanan kavramın sadece tanımlanması yapılmamış bu çalışmalarda davranışın nitelikleri, ortaya çıkış şekli, mobbingten en fazla etkilenen kişileri ve doğabilecek psikolojik sonuçları da incelenmiştir (Şentürk, 2014: 14). Ayrıca bir davranışın mobbing olarak nitelendirilmesinde bu davranışın nasıl, ne şekilde ortaya çıktığından ziyade bu davranışa maruz kalma süresi de mobbingin işyerindeki diğer olumsuz davranış türlerinden ayırt edilmesine de neden olmaktadır (Leymann, 1994: 168). Bu doğrultuda, örgütlerde meydana gelen olumsuz bir davranışın mobbing kapsamında değerlendirilebilmesi için, haftada en az bir kez gerçekleşmesi, en az 6 ay boyunca devam etmesi, hedefe yönelik olması ve mağdurun bu durumla mücadele etmede zorlanıyor olması gerekmektedir (Karcıoğlu ve Çelik, 2012: 61). Örgütlerde mobbing, astın üstüne veya üstün astına uyguladığı dikey mobbing olarak ortaya çıkabileceği gibi örgüt içerisinde aynı pozisyonda çalışanlar arasında yatay mobbing şeklinde de görülebilmektedir

(Öztürk ve Cevher, 2016: 75). Mobbing davranışının basit anlaşmazlık, psikolojik saldırılar, mağduru suçlu bulma, kurbanı asi- akıl hastası olarak görme ve işten kovulma veya zorunlu istifa olarak örgütlerde farklı aşamalardan geçtiğini de söylemek mümkündür (Köse ve Uysal, 2010: 264). Literatürde yapılan çalışmalarda işyerinde zorbalık, kötü muamele, kurban etme, yıldırma ve duygusal taciz olarak da nitelendirilen mobbing kavramının örgütsel sessizlik davranışına neden olduğu ve aralarında pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Hasan ve Özcan, 2011; Özcan, 2011; Elçi vd., 2014; Kaygın ve Atay, 2014; Hüsrevşahi, 2014; Çavuş vd., 2015; Erdirençelebi ve Şendoğdu, 2016; Öztürk ve Cevher, 2016; Meral ve Karabay, 2016; Alperay vd., 2016; Daşcı ve Cemaloğlu, 2018). Bu doğrultuda çalışmanın ilk hipotezi aşağıdaki şekilde geliştirilmiştir:

H₁: Örgütsel sessizlik ile mobbing arasında pozitif yönlü ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki vardır.

Örgütsel sessizlik davranışına neden olabilecek ve araştırma kapsamında incelenen bir diğer kavram da tükenmişlik kavramıdır. Tükenmişlik sendromu, ilk olarak gönüllü sağlık çalışanları arasında görülen yorgunluk, hayal kırıklığı ve işi bırakmayla karakterize bir durumu tanımlamak için Freudenberg (1974) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Maslach (1982) tarafından geliştirilmiştir (Kaçmaz, 2005: 29). Freudenberg (1974) tükenmişlik sendromunu başarısız olmanın bir sonucu olarak bireyin iç kaynaklarının tükenmesi, yıpranma, enerji, güç kaybı ve tatminsizlik içeren bir durum olarak tanımlamıştır (Budak ve Sürgevil, 2005: 96). Maslach (1982) ise tükenmişlik sendromunu sosyal bir problem olarak ele almasına rağmen, iş hayatında insanların gerçek deneyimleri yansıtmaması nedeniyle örgütsel literatürde kullanılan bir kavram olmaya başlamıştır. Bu açıdan bakıldığında, tükenmişlik sendromu iş ortamında kronik, duygusal ve kişilerarası stres kaynaklarına karşı uzun dönemli bir reaksiyon olarak tanımlanır (Maslach ve Goldberg, 1998: 64). Başka bir ifadeyle, bireylerin işleri gereği karşılaştıkları kişilere karşı duyarsızlaşmaları, duygusal yönden kendilerini tükenmiş hissetmeleri, kişisel başarı ve yeterlilik duygularının azalması durumu tükenmişlik sendromu olarak tanımlanmıştır (Keser, 2009: 464). Bu bağlamda iş yaşamında tükenmişlik davranışı, duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarı hissinde azalma olarak üç şekilde ortaya çıktığı görülmektedir (Maslach ve Goldberg, 1998: 64; Maslach vd., 2008: 89). Duygusal tükenme; bireyin diğer insanlara karşı duygusal ve sezgisel olarak tükenmesi olarak tanımlanır (Leiter ve Maslach, 1988: 297; Bruce, 2009: 58; Yıldırım ve İçerli, 2010: 124). Duyarsızlaşma; tükenmişliğin bireysel ve stres boyutunu belirtmekte ve bireyin duygusal ve fiziksel kaynaklarında azalmayı ifade etmektedir. Duyarsızlaşma; kişinin başkalarına karşı hissettiği duyguların azalmasıdır (Budak ve Sürgevil, 2005: 96; Bruce, 2009: 58). Çalışanların hizmet verdikleri kişilere birer nesne gibi davranması, küçültücü sözler sarf etmesi, umursamaz alaycı bir tutum sergilemeleri” dir. Duygusal tükenmeyi yaşayan kişi, kendini diğer insanların sorunlarını çözmede güçsüz hisseder (Yıldırım ve İçerli, 2010: 124). Kişisel başarının azalma boyutu ise bireyin kendi başarı değerlemesinde kendisini yetersiz olarak görmesi olarak tanımlanır (Maslach ve Goldberg, 1998: 64). Tükenmişlik, duygusal çöküntü, işyerine karşı negatif tutumların gelişmesi ve nihayetinde işe yaramazlık, başarısızlık duygusu aşamalarından oluşan stresin belirli bir sonucudur. Duygusal çöküntü; enerji eksikliği, yorgunluk, duygusal kaynakların bittiği hislerinden oluşan ilk aşamadır. Bunu işletmeye karşı negatif tutumlar olan duyarsızlaşma izlemektedir. Duyarsızlaşma; işe karşı kayıtsızlık, müşterilerden duygusal olarak kopuş, örgüte alaycı bir bakış, başkalarının ihtiyaçlarına uyum sağlama yerine yalnızca katı bir şekilde kurallara ve düzene uyma. Tükenmişliğin son aşaması ise kişinin artık işiyle ilgili başarılarının azaldığını hissetmesi ve iş yeterince iyi yapması konusundaki güvenin azalmasıdır. Bu durumda çalışanlar öğrenilmiş çaresizlik duygusuyla çabalarının artık faydasız olduğunu düşünmeye başlar (McShane ve VonGlinow, 2010: 115-116). Bu davranışlar literatürde yapılan çalışmalarda örgütsel sessizliğin nedeni olarak da görülebilmektedir (Kalay vd., 2014; Aktaş ve Şimşek, 2015; Kahya, 2015; Öztürk Çiftci vd., 2015; Çoban ve Sarıkaya, 2016; Eroğlu ve Erselcan, 2017). Ayrıca mobbing

ve tükenmişlik davranışlarının örgütsel sessizliğe neden olduğu ifade edilmiştir (Taş vd., 2013). Bu çalışmalardan hareketle çalışmanın diğer hipotezleri aşağıdaki şekilde geliştirilmiştir:

H₂: Örgütsel sessizlik ile tükenmişlik arasında pozitif yönlü ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki vardır.

H₃: Örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişlik aracılık rolüne sahiptir.

İleri sürülen hipotezler doğrultusunda bu çalışmanın amacı çalışanların örgütsel sessizlik davranışı ile mobbing ve tükenmişlik algıları arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık rolünün belirlenmesidir. Bu noktada literatürde örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık rolüne ilişki sınırlı sayıda çalışmaya (Taş vd., 2013) ulaşılmış olması araştırmanın önemini artırmaktadır.

2. Yöntem

Nicel araştırma yöntemi kapsamında yapılandırılmış çalışma TİGEM'e bağlı 36 işletmede çalışanlar üzerinde uygulanmıştır. Araştırma kapsamında çalışanların mobbing algılarını tespit edebilmek için Niedl (1996) tarafından geliştirilen LIPT (Leymann Inventory of Psychological Terror) anketi ve Einarsen vd. (1994) tarafından geliştirilen Negative Action Questionnaire anketinden faydalanılarak oluşturulan Özler vd. (2008) çalışmalarında kullandıkları mobbing ölçeğinden yararlanılmıştır. Örgütsel sessizlik düzeyini ölçmek amacıyla Van Dyne vd. (2003) ile Briensfield (2009)'ın yapmış olduğu çalışmalardan yararlanılarak Şehitoğlu ve Zehir (2010) tarafından oluşturulan çalışanların sessizlik davranışlarına ilişkin ölçek kullanılmıştır. Tükenmişlik algısını ölçmek amacıyla Maslach ve Jackson (1986) tarafından geliştirilen, Türkçe uyarlanan, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ergin (1992) tarafından yapılmış olan "Maslach Tükenmişlik Ölçeği" kullanılmıştır. Araştırmanın evreni olarak seçilen TİGEM'e bağlı 36 işletmede toplam 6825 kişi çalışmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemiyle çalışanlardan elde edilen veriler doğrultusunda 408 adet anket değerlendirilmeye alınmıştır. Bu veriler doğrultusunda örneklemin ana kütleyi temsil etme gücüne sahip olduğu söylenebilmektedir (Coşkun vd., 2015: 137). Araştırmada kullanılan ölçeklere ilişkin geçerlilik ve güvenilirlik analizi sonuçları Tablo 1'de yer almaktadır.

	Mobbing	Örgütsel Sessizlik	Tükenmişlik
KMO ve Barlett Uygunluk Testi	0,924 (p < 0,001)	0,909 (p < 0,001)	0,864 (p < 0,001)
Faktör Yüklerine Göre Faktör Sayısı ve Toplam Açıklanan Varyans	30 İfade 67,205	28 İfade 60,739	22 İfade 64,178
Güvenirlilik Analizi (Cronbach's Alpha)	0,955	0,944	0,903

Tablo7.Araştırma Ölçeklerine İlişkin Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan ölçeklerin açımlayıcı faktör analizi ve güvenilirlik analizi sonuçları dikkate alındığında; mobbing (0,924), örgütsel sessizlik (0,909) ve tükenmişlik (0,864) ölçeklerinin geçerliliklerinin literatürde ileri sürülen yapılar ile uyumlu olduğu ve ölçeklerin yüksek düzeyde güvenilir olduğu (0,60> α >0,80) tespit edilmiştir.

Değişkenler	X	S.S.	(1)	(2)	(3)
Mobbing (1)	2,65	0,77	1		
Örgütsel Sessizlik (2)	2,78	0,73	,737**	1	
Tükenmişlik (3)	2,84	0,65	,672**	,566**	1
Notlar: (i) n=408, (ii) **p<.001, *p<.05.					

Tablo 2. Değişkenlere Ait Ortalama, Standart Sapma ve Korelasyon Değerleri

Araştırma değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde, çalışanların mobbing algılarının (Ort.=2,65; S.S.=0,77), örgütsel sessizlik düzeylerinin (Ort.=2,78; S.S.=0,73) ve tükenmişlik düzeylerinin (Ort.=2,84; S.S.=0,65) orta düzeyde olduğu ifade edilebilmektedir. Ayrıca araştırma değişkenlerine ilişkin pearson korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, mobbing ve örgütsel sessizlik arasında yüksek düzeyde ve pozitif yönlü ($r=0,737$, $p<0,001$), mobbing ve tükenmişlik arasında yüksek düzeyde ($r=0,672$, $p<0,001$) pozitif yönlü ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca örgütsel sessizlik ve tükenmişlik arasında orta düzeyde ($r=0,566$, $p<0,001$) pozitif yönlü ve istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Araştırma hipotezleri kapsamında mobbing, tükenmişlik ve örgütsel sessizlik arasındaki ilişkileri ve mobbing ile örgütsel sessizlik arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık rolünü inceleyebilmek üzere IBM SPSS 22 programı üzerinde PROCESS 3.2 (Hayes, 2012) eklentisi kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Araştırmada aracılık etkisini incelemek amacıyla Baron ve Kenny (1986) tarafından ileri sürülen 3 aşamalı model (bağımlı, bağımsız ve aracı değişken arasındaki ilişkiler) kullanılmış olup, bu üç koşulun gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmelidir. Bunun yanı sıra, aracı değişken ile bağımsız değişken birlikte modele dâhil olduğunda regresyon modelinin anlamsız hale gelmesi veya etkisinin düşmesi aracı etkinin var olduğunun bir göstergesidir (Preacher ve Hayes, 2008: 880). Aracı etkinin anlamlılığını test edebilmek için, Sobel Testi kullanılmıştır. Sobel Testinin Z skor katsayısı 1,96'dan büyük ve anlamlıysa aracı etkinin anlamlılığından ve varlığından söz edilebilir. Bu bilgiler ışığında, aracılık etkisini incelemek için 5000 önyükleme (bootstrap) örneklemeyle yapılan analiz sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	R ²	B	Std. Hata	t	p	%95 GA	
							Alt	Üst
Tükenmişlik	Mobbing	0,4521	0,5655	0,0398	14,2095	0,000	0,4873	0,6438
Örgütsel Sessizlik	Mobbing	0,5435	0,6990	0,0330	21,1517	0,000	0,6340	0,7640
Örgütsel Sessizlik	Tükenmişlik	0,5525	0,6174	0,0442	13,9633	0,000	0,5304	0,7043
	Mobbing		0,1444	0,0595	2,4284	0,0156	0,0275	0,2613

Tablo 3. Regresyon Analizi Sonuçları

Regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, açıklayıcı değişken olan mobbingin, bağımlı değişken olan tükenmişliği anlamlı bir şekilde yordadığı ve %45,21'ini açıkladığı tespit edilmiştir ($F=201,9093$; $p=0,000$). Benzer şekilde, açıklayıcı değişken olan mobbingin örgütsel sessizlik değişkenini anlamlı bir şekilde yordadığı ve %54,35'ini açıkladığı tespit edilmiştir ($F=447,3927$; $p=0,000$). Son aşamada ise tükenmişlik ve mobbing değişkenleri birlikte modele dahil edilerek bu değişkenlerin örgütsel sessizlik üzerindeki etkisi incelenmiş, tükenmişlik ve mobbingin örgütsel sessizlik değişkeninin varyansının %55,25'ini açıkladığı tespit edilmiştir ($F=2227,2952$; $p=0,000$). Tükenmişlik değişkeni modele dahil edildiğinde mobbingin örgütsel sessizlik üzerindeki etkisi $\beta=0,6990$ 'dan $\beta=0,1444$ 'e düşmektedir. Ayrıca tükenmişlik değişkeni regresyon modeline dahil edildiğinde $R^2=0,5435$ 'den $R^2=0,5525$ 'e artış göstermekte ve regresyon modelinin açıklayıcılığı artmaktadır. Tükenmişlik değişkeni regresyon modeline eklendikten sonra mobbingin etkisinin azalması ve bu etkinin anlamlılığının azalması ($p=0,0156$), mobbing ile örgütsel sessizlik arasındaki ilişkide tükenmişliğin kısmi aracılık (rolüne sahip bir değişken

olduğunu göstermektedir. Bulunan aracılık etkisinin anlamlılığını tespit etmeye yönelik olarak Sobel testi yapılmıştır. Sobel analizi sonucunda z değeri 9,96 ($z < 1,96$) olarak hesaplanmış olup, z değeri istatistiksel bakımdan anlamlıdır ($p < 0,05$). Aracı değişkenin sözkonusu ilişki üzerinde ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi için toplam, doğrudan ve dolaylı etkiler incelenmiş ve bu etkilerin anlamlılığı bootstrap güven aralığı değerleri ile tespit edilmiştir. Aracılık ilişkisine konu olan toplam, doğrudan ve dolaylı etki değerleri Tablo 4'te yer almaktadır.

	Toplam Etki	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Bootstrap Güven Aralığı BoLLCI-BoULCI	Aracılık Türü
Mobbing→Örgütsel Sessizlik	0,6990	0,6174	0,0817	0,0149-0,1525	Kısmi

Tablo 4: Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etki Değerleri

Regresyon modelinde aracı (tükenmişlik) ve bağımsız değişken (mobbing) birlikte modele dahil edildiğinde toplam etkinin, azalması aracı etkinin varlığını ispatlamaktadır. Toplam etki ile doğrudan etkinin arasındaki fark (0,0817) dolaylı etkiyi ifade edilmektedir. Bootstrap güven aralığı sonuçları incelendiğinde, alt sınır ve üst sınır arasında sıfır değerinin olmadığı görülmektedir. Bu doğrultuda, ortaya çıkan aracı etkinin anlamlı olduğu, araştırmanın hipotezinin desteklendiği ve örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişliğin kısmi aracılık rolü olduğu tespit edilmiş; araştırmada ileri sürülen H_1 , H_2 ve H_3 hipotezleri desteklenmiştir.

Sonuç

Çalışanların örgütsel sessizlik davranışı ile mobbing ve tükenmişlik algıları arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişliğin aracılık rolünün tespit edilmesine yönelik olarak yapılan bu araştırma TİGEM'e bağlı işletmelerin çalışanlarından anket yöntemiyle elde edilen veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda çalışanların örgütsel sessizlik davranışı ile mobbing ve tükenmişlik algıları arasında pozitif yönlü ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmanın literatüre katkısı olarak düşünülen, örgütsel sessizlik ile mobbing arasındaki ilişkide tükenmişliğin kısmi aracılık rolü olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu çalışma sonuçları değerlendirilirken, sadece belirli bir sektörün dikkate alındığı ve dolayısıyla çalışmanın başka sektörlerde ve daha büyük örneklemelerde çalışılarak genelleştirme gücünün artırılması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca bu çalışmada örgütsel sessizlik davranışı, mobbing ve tükenmişlik değişkenlerinin incelenirken alt boyutlarının incelenmediği ve ileride yapılacak olan çalışmalarda bu değişkenlere ilişkin alt boyutlarında dikkate alınması önerilebilmektedir.

Kaynaklar

- Aktaş, H., & Şimşek, E. (2015). Bireylerin örgütsel sessizlik tutumlarında iş doyumu ve duygusal tükenmişlik algılarının rolü. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 11(24), 205-230.
- Baron, R.M. & Kenny, D.A. (1986). The moderator – mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.
- Blackman, D., & Sadler-Smith, E. (2009). The silent and the silenced in organizational knowing and learning. *Management learning*, 40 (5), 569-585.
- Brinsfield, C. T. (2009). Employee silence: Investigation of dimensionality, development of measures, and examination of related factors, Doctoral dissertation, The Ohio State University.

- Budak, G., & Sürgevil, O. (2005). Tükenmişlik ve tükenmişliği etkileyen örgütsel faktörlerin analizine ilişkin akademik personel üzerinde bir uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20(2), 95-108.
- Coşkun, R., Altunışık, R., Bayraktaroğlu, S., & Yıldırım, E. (2015). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Çoban, H., & Sarıkaya, M. (2016). A Research On The Relationship Between Organizational Silence And Burnout. European Scientific Journal, 12(10),
- Daşcı, E., & Cemaloğlu, N. (2018). The Relationship Between Leadership Styles of Elementary School Principals and Mobbing and The Organizational Silence Behaviors That Primary School Teachers Experience. Kastamonu Education Journal, 26(6), 1951-1960.
- Einarsen, S., Raknes, B. R. I., & Matthiesen, S. B. (1994). Bullying and harassment at work and their relationships to work environment quality: An exploratory study. European Journal of Work and Organizational Psychology, 4(4), 381-401.
- Erogluer, K., & Erselcan, R. C. (2017). Çalışanların örgütsel adalet algısı ve tükenmişlik düzeylerinin çalışan sessizliği üzerindeki etkisi. Business & Economics Research Journal, 8(2), 325-348.
- Freudenberger, H. J. (1974). Staff burn-out, Journal of Social Issues, 30, 1,159-165.
- Harbalıoğlu, M. (2014). Örgütsel sessizlik ve örgütsel vatandaşlık davranışı arasındaki ilişki: konaklama işletmeleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Hayes, A. F. (2012). PROCESS: A versatile computational tool for observed variable mediation, moderation, and conditional process modeling [White paper]. Retrieved from <http://www.afhayes.com/public/process2012.pdf>.
- Henriksen, K., & Dayton E. (2006). Organizational silence and hidden threats to patient safety. Health Services Research, 41(4), 1539-1555.
- Kaçmaz, N. (2005). Tükenmişlik (burnout) sendromu. İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi, 68 (1), 29-32.
- Kahya, C. (2015). Örgütsel sessizlik ve tükenmişlik sendromu ilişkisi. Electronic Turkish Studies, 10(10), 523-546.
- Kalay, F., Oğrak, A., & Nişancı, Z. N. (2014). Mobbing, örgütsel sessizlik ve örgütsel sinizm ilişkisi: Örnek bir uygulama. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4(2), 127-143.
- Karcioğlu, F., & Çelik, Ü. (2012). Mobbing (yıldırma) ve örgütsel bağlılığa etkisi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 26 (1), 59-75.
- Keser, A. (2009). Çalışma Psikolojisi, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Köse, S., & Uysal, Ş. (2010). Kamu personelinin yıldırma (mobbing) ve boyutları hakkındaki düşünceleri üzerine bir çalışma: Manisa Tarım İl Müdürlüğü örneği. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8 (1), 261-276.
- Leiter, M.P., & Maslach, C. (1988). The impact of interpersonal environment on burnout and organizational commitment. Journal of Organizational Behavior, 9, 297-308.
- Leymann, H. (1990). Mobbing and psychological terror at workplaces. Violence and victims, 5(2), 119-126.

- Leymann, H. (1996). The content and development of mobbing at work. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 5 (2), 165-184.
- Maslach C., Leiter M.P. & Schaufeli W.B. (2008). Measuring burnout. *The Oxford Handbook of Organizational Well-Being* (Eds: C.L. Cooper & S. Cartwright), 86-108, Oxford: Oxford University Press.
- Maslach, C., & Goldberg, J. (1998). Prevention of burnout: new perspectives. *Applied & Preventive Psychology*, 7, 63-74.
- Maslach, C., & Jackson, S.E. (1981). The Measurement of experienced burnout, *Journal of Occupational Behaviour*, 2, 99-113.
- McShane, S.L., & Von Glinow, M.A., (2010). *Organizational Behavior: Emerging Knowledge and Practice for the Real World*, Fifth Edition, Boston: McGraw-Hill.
- Morrison, E. W., & Milliken, F. J. (2000). Organizational silence: A barrier to change and development in a pluralistic world. *Academy of Management review*, 25 (4), 706-725.
- Niedl, K. (1996). Mobbing and well-being: Economic and personel development implications. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 5(2), 239-249.
- Özler, D. E., Atalay, C. G., & Dirican, M. (2008). Mobbing'in örgütsel bağlılık üzerine etkisini belirlemeye yönelik bir araştırma. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (22), 1-28.
- Öztürk Çiftçi, D., Meriç, E., & Meriç, A. (2015). Örgütsel sessizlik, tükenmişlik ve işten ayrılma niyeti ilişkisi: ordu ili özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde bir uygulama. *Journal of International Social Research*, 8(41), 996-1007.
- Öztürk, H. (2014). Ortaokullarda görev yapan öğretmenlerin örgütsel sessizlik ile örgütsel bağlılık algıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Mevlana Üniversitesi, Konya*.
- Preacher, K.J. & Hayes, A. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models, *Behavior Research Methods*, 40 (3), 879-891.
- Shojaie, S., Matin, H. Z., & Barani, G. (2011). Analyzing the infrastructures of organizational silence and ways to get rid of it. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 1731-1735.
- Şehitoğlu, Y., & Zehir, C. (2010). Türk kamu kuruluşlarında çalışan performansının, çalışan sessizliği ve örgütsel vatandaşlık davranışı bağlamında incelenmesi. *Amme İdaresi Dergisi*, 43, 4, 87-110.
- Taş, A., Ergeneli, A., Akyol, A., & Demirel, H. (2013). Mobbing ile tükenmişlik arasındaki ilişkide örgütsel sessizliğin etkisi. *Örgütsel Davranış Kongresi*, 341-345.
- Türk Dil Kurumu (2005). *Türkçe Sözlük*. Ankara.
- Van Dyne, L., Ang, S., & Botero, I. C. (2003). Conceptualizing employee silence and employee voice as multidimensional constructs. *Journal of Management Studies*, 40(6), 1359-1392.

INSAC-18-1327

Erişkin Çağda Tespit Edilen Kistik Adenomatoid Malformasyon
Olgusu (Atilla Can, Güven Sadi Sunam)

Erişkin Çağda Tespit Edilen Kistik Adenomatoid Malformasyon Olgusu

ATILLA CAN, GÜVEN SADI SUNAM

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GÖĞÜS CERRAHİSİ KLİNİĞİ, atillacan_ac@yahoo.com

Özet: Konjenital akciğer anomalileri nadir görülen anomalilerdir. Genellikle yenidoğan döneminde, yol açtığı solunum sıkıntısı ile tanı almaktadırlar ancak yıllarca sessiz kalıp erişkin çağa kadar ulaşabilirler. Kistik adenomatoid malformasyon, akciğerin nadir bir gelişimsel anomalisi olmakla birlikte, en sık görülen konjenital akciğer lezyonudur. Otuz üç yaşında erkek hasta sık tekrarlayan akciğer enfeksiyonları nedeni ile kliniğimize başvurdu ve sağ üst lobda saptanan kistik akciğer hastalığı nedeni ile opere edildi. Patoloji sonucu ise kistik adenomatoid malformasyon olarak rapor edildi. Olgu sunumumuzda erişkin çağda tanı alan ve videotorakoskopik lobektomi ile tedavi edilen konjenital adenomatoid malformasyon olgusunu, nadir görülmesi nedeni ile sunuyoruz.

Anahtar Kelimeler: erişkin, konjenital adenomatoid malformasyon, videotorakoskopi

GİRİŞ

Bronşiyol benzeri hava boşluklarının proliferasyonu ile karakterize akciğerin konjenital kistik adenomatoid malformasyonu (KKAM) oldukça nadir görülen bir anomalidir (1). KKAM ile ilişkili ilk çalışmalar 1949 yılında Ch'in ve Tang tarafından yapılmış ve 1981 öncesi sadece 175 olgu bildirilmiştir (2). Embriyolojik gelişim süresinde, gebeliğin 6-8. haftasında proksimal hava yollarındaki matürasyon eksikliği ile distal alveol dokusunda genişleme söz konusudur. Lezyonlar genellikle tek taraflı (%55) ve bir lobda (%80) lokalizedir. Kistik yapıların duvarlarında kartilaj bulunmayıp, iç yüzeyleri küboidal veya kolumnar epitelle döşelidir (3). Genellikle yenidoğan döneminde tanı alan bu durum nadiren erişkinlerde de tespit edilebilmektedir. Genellikle tekrarlayan akciğer enfeksiyonları şeklinde kendini göstermektedir ve bronşektazi ile karıştırılabilmektedir. Olgumuzu sağ akciğer üst lobda tespit edilen kistik bronşektazi görünümüne sahip olan ancak patolojik sonucu, erişkinde son derece nadir görülen, KKAM olması nedeni ile sunuyoruz.

OLGU

33 yaşında erkek hasta. Öksürük, balgam çıkarma ve nefes darlığı şikayeti ile hastanemize başvurdu. Anamnezinde bu şikayetlerinin birkaç yıldır devam ettiğini ve değişik tedaviler aldığını beyan etti. Fizik muayenede her iki akciğerin solunuma eşit katıldığı tespit edildi. Sağ akciğerde

yer yer ince raller duyuldu. Posteroanterior akciğer grafisinde sağ üst zonda gölge koyuluğu tespit edilmesi üzerine toraks ct çekilmesi kararı alındı. Toraks ct görüntülemesinde ise sağ akciğer üst lobda mediastene komşu alanda sakküler bronşektaziler izlendi (Şekil 1 ve 2). Hastada öncelikli tanı olarak bronşektazi düşünüldü ancak sık karşılaşılan bir lokalizasyon olmadığı düşünüldü. Semptomatik olması nedeni ile cerrahi kararı alındı. Videotorakoskopi ile sağ üst lobektomi yapıldı. Lobektomi materyalinin postoperatif patoloji sonucu ise kistik adenomatoid malformasyon olarak rapor edildi.

SONUÇ

18 yaşından sonra, yetişkinlikte, KKAM'ın saptanması oldukça nadirdir. KKAM tanısını doğrulamak için, pulmoner sekestrasyon, bronşiyal atrezi, bronkojenik kistler ve bronşektazi hastalıkları mutlaka ekarte edilmelidir (4). Hastamızda etkilenen alan sağ üst lob idi ve sekestrasyonu düşündürecek şekilde herhangi bir anormal damarlanma preoperatif görüntülemelerde tespit edilmedi. Kistik yapıların içinde apse oluşmadığı sürece posteroanterior grafilerde saptanması güçleşmektedir. Toraks ct görüntülemesinin KKAM'de direkt grafilere göre daha üstün olabileceği bildirilmiştir (5).

KKAM'nin kistlerinde enfeksiyonun nüks riski yüksek olduğundan, bu hastalarda ana tedavi cerrahidir. Öte yandan, daha önce de bildirildiği gibi (6), kist duvarından kaynaklanan metaplaziye eşlik eden mukus hücrelerinin progresif büyümesi ve bunların daha sonra adenokarsinomaya dönüşmesi ortaya çıkabilir. Bu nedenle hastalar asemptomatik olsalar bile ameliyat edilmelidir.

Sonuç olarak, her ne kadar KKAM oldukça nadir görülen bir konjenital anomali ise de, radyolojik incelemelerde tek lob ile sınırlı kistik akciğer hastalığı saptanan erişkinlerde ayırıcı tanıda mutlaka akla getirilmelidir.



Şekil 8. Toraks Ct görüntüsü



Şekil 2. Toraks Ct görüntüsü

KAYNAKLAR

1. Çakan, A., Samancılar, Ö., Çağırıcı, U., Başoğlu, Ö. K., & Veral, A. Bronşektaziye andıran erişkin konjenital kistik adenomatoid malformasyon olgusu.
2. Touloukian RJ : Developmental abnormalities of the airways and lungs- thoracic surgery in childhood. In: Baue AE, Geha AS (eds). Glenn's Thoracic and Cardiovascular Surgery. Connecticut: Appleton & Lange; 1991: 179-91.
3. Reynaulds M. Congenital lesions of the lung. In : Shields TW (eds). General thoracic surgery. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1994: 870-4
4. Kagawa, H., Miki, K., Miki, M., Urasaki, K., & Kitada, S. (2018). Congenital cystic adenomatoid malformation in adults detected after infection. *Respirology case reports*, 6(8), e00364.
5. Kato R, Horinouchi H, and Maenaka Y. 1989. Traumatic pulmonary pseudocyst. Report of twelve cases. J. Thorac.Cardiovasc. Surg. 97:309–312.
6. Granata C, Gambini C, Balducci T, et al. 1998. Bronchioloalveolar carcinoma arising in congenital cystic adenomatoid malformation in a child: a case report and review on malignancies originating in congenital cystic adenomatoid malformation. *Pediatr. Pulmonol.*25:62–66

INSAC-18-1328

Kömürün Alt Isıl Değerinin Çoklu Lineer Regresyon İle Tahmininde
Değişken Seçiminin Önemi (Adem TAŞDEMİR)

Kömürün Alt Isıl Değerinin Çoklu Lineer Regresyon İle Tahmininde Değişken Seçiminin Önemi

Adem TAŞDEMİR¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, E-mail: atasdem@ogu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, ağır ortam siklonunda üretilmiş olan kömürün alt ısı değerinin kısa analiz verileriyle (kül, toplam nem, sabit karbon ve uçucu madde) tahmininde alt ısı değeri ile kısa analiz içerikleri arasındaki korelasyonlar tespit edilmiştir. Daha sonra alt ısı değer tahmininde kullanılabilecek en uygun çoklu lineer regresyon modeli için değişken seçimi yapılmıştır. Kül içeriğinin modelde tek başına yer alması ile alt ısı değerindeki varyans değişiminin %59.75'i, modele sırasıyla toplam nem ve sabit karbonun ilave edilmesiyle de sırasıyla %91.96 ve %92.54'ü açıklanabilmektedir. Modele uçucu madde içeriği ilavesinin korelasyon katsayısında önemli bir değişiklik yapmadığı tespit edilmiştir. Sabit karbon değişkeni alt ısı değeri ile külden sonra en yüksek korelasyona sahip olmasına rağmen; ilave değişken olarak yer aldığı modellerde, alt ısı değeri ile daha düşük korelasyona sahip toplam nem değişkenine göre daha düşük korelasyon katsayısı veren modeller elde edilmiştir. Bunun nedeninin, toplam nem değişkeninin alt ısı değeri ile sabit karbona göre daha yüksek kısmi korelasyona sahip olduğu ve sabit karbon değişkeninin bu korelasyonu maskeleyiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kömür, kısa analiz, alt ısı değeri, çoklu lineer regresyon,

Giriş

Kömür kimyasal ve fiziksel olarak heterojen ve hem organik hem de inorganik bileşikler içeren yanabilir bir maddedir. Kömür özellikle gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ana enerji kaynaklarından biridir ve uzun yıllar da öyle olmaya devam edecektir (Farezi ve ark., 2011). Ülkemiz kömür kaynaklarının büyük çoğunluğu, düşük kaliteli linyitlerden oluşmaktadır. Bu nedenle üretilen linyitler lavvar tesislerinde tane boyutlarına göre ağır ortam zenginleştirmesine tabii tutularak kaliteleri artırılmaktadır. Üretilen kömürlerin kalite kontrolü için, rutin olarak analizler yapılmaktadır.

Kömürde yapılan kimyasal analizler, kısa (proximate), elementel ve teknolojik analizlerdir. Kömürün kalitesi, kullanım alanını ve ücretini belirlediğinden, bu analizler yapılmak zorundadır. Kısa analiz, kömürün kül, nem, uçucu madde ve sabit karbon gibi göreceli miktarlarını içermektedir. Elementel analiz ise kömürün karbon, hidrojen, azot, kükürt miktarını vermektedir (Farezi ve ark., 2011; Kavsek ve ark., 2018).. Verilen bir kömür miktarının yandığında üretebileceği enerjini miktarı, ısı değeri ya da kalorifik değeri olarak bilinmektedir (Patel ve ark., 2007; Llorente ve Garcia, 2008). Isıl değeri, kömürün elementel bileşiminin kompleks bir fonksiyonudur ve aynı zamanda misel ve mineral bileşimine de bağlıdır. Parametreler arasında en önemlisi kömürün kalorifik değeridir (Açıkkar ve Sivrikaya, 2018; Kavsek ve ark., 2018). Isıl değeri, deneysel olarak kalorimetreye belirlenmektedir. Standart bir kalorimetre analizi, pahalı bir test cihazı ve deneyimli bir uzman gerektirmektedir. Buna karşılık, kısa analizler için basit bir laboratuvar fırını ve kül fırını yeterlidir. Bu cihazlar kalorimetreden daha ucuz ve bir laboratuvar teknisyeni tarafından kullanılabilirler (Yılmaz ve ark., 2010; Açıkkar ve Sivrikaya, 2018; Kavsek ve ark., 2018). Benzer şekilde, kömürde elementel analiz yapabilmek için çok

pahalı enstrümental analizörler ve oldukça deneyimli teknisyenler gereklidir (Kavsek ve ark., 2018).

Nem, kül ve uçucu madde analizleri, ASTM standardı tarafından belirlenen koşullar altında önceden belirlenmiş zaman aralıklarında kömürün ayarlanan sıcaklıklara tabii tutulmasıyla belirlenmektedir. Ağırlıktaki kayıplar, nem kaybı ve daha yüksek sıcaklıktaki uçucu kaybı nedeniyledir. Bu üç miktarın toplanması ve 100'den çıkarılması ile sabit karbon içeriği bulunur. Kısa analizlerle kıyaslandığında, elementel ve ısı değeri analizleri zaman alıcı, daha pahalı ve uzman gerektirdiğinden, literatürde daha basit cihazlarla yapılabilen kısa analiz içerikleri ya da elementel analiz değerleri kullanılarak gerek kömürün gerekse diğer yakıt türlerinin ısı değerlerini tahmin eden birçok çoklu lineer regresyon veya yapay sinir ağları ve yapay sinir ağları ile bulanık çıkarsama sistemlerinin kombinasyonunu (ANFIS) kullanan yaklaşımlar gibi daha ileri teknikler geliştirilmiştir (Parikh ve ark., 2005; Patel ve ark., 2007; Majumder ve ark., 2008; Akkaya, 2009; Mesroghli ve ark., 2009; Yılmaz ve ark., 2010; Farezi ve ark., 2011; Krishnaiah ve ark., 2012; Akkaya, 2013; Chelgani ve Makaremi, 2013) ve güncel olarak da bu çalışmalar devam etmektedir (Behnamfard ve Alaei, 2017; Açıkkar ve Sivrikaya, 2018; Kavsek ve ark., 2018; Güleç ve Gülbandılar, 2018).

Isıl değerinin daha ucuz yöntemler olan kısa analiz içeriklerini kullanarak çoklu lineer regresyon ile tahmininde kullanılan modeller verilerin elde edildiği kömürün kalitesi ve ait olduğu bölgeye bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu çalışmada; Manisa Soma'da bulunan Dereköy lavvar tesisinde birinci ağır ortam siklonunda üretilen -18+10 mm temiz kömürün kısa analiz içerikleriyle, bu üretime ait alt asıl değerlerini tahmin edebilen bir çoklu lineer regresyon modelinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Modelde kullanılacak değişkenlerin seçimi için değişkenler arasındaki korelasyonlar tespit edilmiş ve en uygun model değişkenleri için seçim yöntemleri kullanılmıştır.

Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada, Manisa Soma'da bulunan Dereköy lavvar tesisinde birinci ağır ortam siklonunda üretilen -18+10 mm temiz kömürün orijinal (as-received) kısa analiz (kül, uçucu madde, toplam nem ve sabit karbon) ve alt ısı değeri verileri temin edilmiştir. Tesiste 2010 yılında üretilen -18+10 mm temiz kömüre ait toplam 356 veri bu çalışmada kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi, modellerin oluşturulması ve değişkenlerin tespiti için Statistica 8.0, Statgraphics Centurion XV ve Minitab 16.0 programlarının deneme sürümleri kullanılmıştır.

Çoklu Lineer Regresyon

Çoklu lineer regresyon, bağımsız değişkenlerin bir fonksiyonu olarak, bağımlı değişkeni tahmin etmede kullanılan ve bu ilişki için matematiksel bir eşitlik sağlayan yöntemdir. Bu çalışmada bağımsız değişkenler kömürün kısa analiz içerikleri (kül, toplam nem, uçucu madde ve sabit karbon) kullanılarak, bağımlı değişken olan alt ısı değerindeki toplam değişimin açıklanması hedeflenmiştir. Çoklu lineer regresyonun genel ifadesi Eşitlik 1'de verilmiştir (Montgomery ve ark., 2001):

$$Y = a_0 + a_1X_1 + \dots + a_nX_n \quad (1)$$

Burada; Y, bağımlı değişken, $X_1, \dots, X_n$ modelde yer alan bağımsız değişkenleri, a_0 sabit ve Y'yi tahmin eden bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları (a_i) en küçük kareler yöntemiyle belirlenmektedir (Montgomery ve ark., 2001).

Bulgular

Çalışmada kullanılan kısa analiz ve alt ısı değer içeriklerine ait ağır ortam siklonunda alınan 356 adet üretim verisinin istatistiksel dağılım özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur. Toplam nem içeriği hariç diğer tüm içeriklerin standart çarpıklık ve basıklık değerleri normal bir dağılım olması gereken -2 ile +2 aralığında değildir yani bu değişkenler normal dağılıma uymamaktadır.

Tablo 1. Kısa analiz ve alt kalorifik değerlerinin istatistiksel dağılım özellikleri

İstatistiksel değerler	Kül (%)	Uçucu madde (%)	Sabit karbon (%)	Toplam Nem (%)	Alt ısı değer (kcal/kg)
Sayı	356	356	356	356	356
Ortalama	10,47	35,29	37,23	17,00	4879,76
Standart sapma	1,64	1,97	2,64	1,20	195,33
Varyasyon katsayısı (%)	15,66	5,60	7,09	7,09	4,00
Minimum	5,99	3,80	29,52	14,39	4101,0
Maksimum	16,24	40,84	69,54	21,33	5317,0
Aralık	10,24	37,04	40,01	6,94	1216,0
Std. çarpıklık	3,98	-87,74	37,09	1,04	-5,57
Std. basıklık	3,60	700,67	240,46	-0,33	4,374

Alt ısı değer ile kısa analiz değerleri arasındaki olası istatistiksel korelasyon çalışmaları yapılmıştır. Sonuçlar tablo halinde Tablo 2’de ve grafiksel olarak da Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 2. Kısa analiz ile alt kalorifik değerlerinin her bir değişken çifti arasındaki korelasyonlar

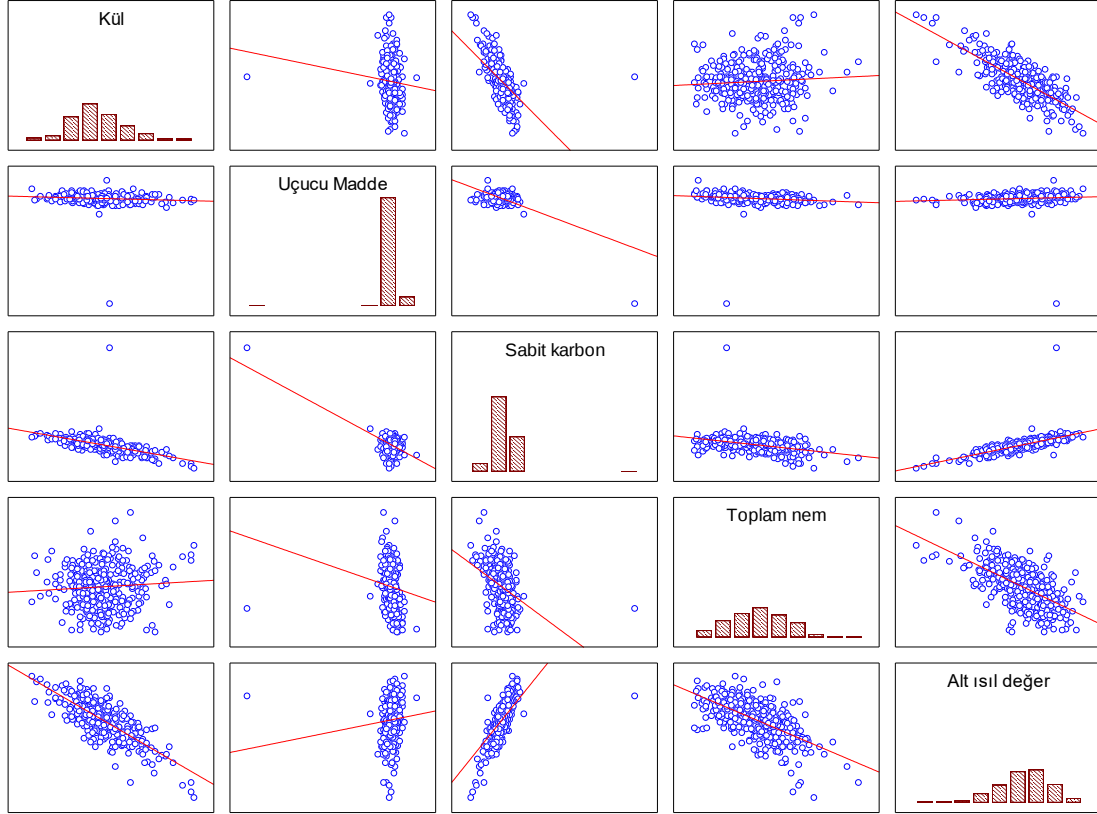
	Kül	Uçucu madde	Sabit karbon	ToplamNem	Alt ısı değer
Kül		-0,0990*	-0,5804	0,0731	-0,7743
		(356)**	(356)	(356)	(356)
		0,0621***	0,0000	0,1685	0,0000
Uçucu madde	-0,0990		-0,6178	-0,1512	0,0937
	(356)		(356)	(356)	(356)
	0,0621		0,0000	0,0042	0,0774
Sabit karbon	-0,5804	-0,6178		-0,3886	0,6944
	(356)	(356)		(356)	(356)
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
Toplam nem	0,0731	-0,1512	-0,3886		-0,6217
	(356)	(356)	(356)		(356)
	0,1685	0,0042	0,0000		0,0000
Alt ısı değer	-0,7743	0,0937	0,6944	-0,6217	
	(356)	(356)	(356)	(356)	
	0,0000	0,0774	0,0000	0,0000	

*: Korelasyon katsayısı, **: (Örnek boyutu), ***: *p*-değeri

Tablo 2, her bir değişken çifti arasındaki korelasyon değerlendirme sonuçlarını göstermektedir. Korelasyon katsayıları -1 ile +1 aralığındadır ve değişkenler arasındaki, lineer ilişkinin kuvvetini ölçmektedir. Parantez içindeki 356 sayısı her bir korelasyon katsayısı için kullanılan veri sayısını göstermektedir. Her bir kolondaki üçüncü sayı, tahmin edilen korelasyonların istatistiksel önemini test eden *p* değerlerini vermektedir. 0.05’ten küçük *p* değerleri, %95 güven seviyesinde istatistiksel olarak önemli sıfır olmayan korelasyonları belirtmektedir. Aşağıdaki değişken çiftleri 0.05’ten küçük *p* değerlerine sahiptir:

Kül ve Sabit karbon, Kül ve Alt ısı değer, Uçucu madde ve Sabit karbon, Uçucu madde ve Nem, Sabit karbon ve Nem, Sabit karbon ve Alt ısı değer, Nem ve Alt ısı değer.

Alt ısı değeri ile en yüksek korelasyon katsayısına sahip değişkenin -0.7743 değeri ile kül içeriği olduğu ve bu korelasyonun ters olduğu görülmektedir. Yani artan kül içeriği, ısı değeri düşürmektedir. Artan sabit karbon içeriği ile ısı değeri artırmaktadır ve bu iki değişken arasında pozitif korelasyon olup korelasyon katsayısı 0.6944 olarak bulunmuştur. Nem içeriği ile ısı değeri arasındaki lineer ilişkinin korelasyon katsayısı -0.6217 değerine sahiptir. Artan nem içeriğinin ısı değeri düşürdüğü anlaşılmaktadır. Uçucu madde artışının alt ısı değeri artırdığı ancak etkisinin diğer üç içerik değerlerine göre daha az olduğu bulunmuştur.



Şekil 9. Alt ısı değeri ile kısa analiz değerleri arasındaki korelasyonlar

Çoklu Lineer Regresyon Modelleri ve Modellerin Değişkenlerinin Seçimi

Tablo 2 ve Şekil 1’de görüldüğü gibi üretilen ağır ortam siklonunda üretilen kömürlerin alt ısı değerine, kısa analiz değerlerinin etkisi farklıdır. Alt ısı değerini en uygun şekilde açıklayabilecek kısa analiz değişkeni ya da değişkenlerinin belirlenmesi ve önemsiz değişken veya değişkenlerin belirlenip modele dahil edilmemesi amacıyla değişken seçimi çalışması yapılmaktadır (Thompson, 1978; Alpar, 2003; Kayaalp, 2015).

Değişken seçimi; ileriye doğru, geriye doğru ve adımsal seçim yöntemleri olmak üzere üç şekilde yapılabilmektedir (Alpar, 2003; Kayaalp, 2015). Bu çalışmada, her üç yöntem de uygulanmış ve aynı sonuç bulunmuştur. Bu nedenle, modele kısa analiz değişkenlerinin bireysel, ikili, üçlü ya da tümünün ilave edilmesi sonuçlarının hepsi burada sunulmamıştır. Bunlar arasından seçilen 8 adet model ve bu modellere ait istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 3’te verilmiştir. Verilen modeller için, kısa analiz içeriklerinin çoklu regresyon ile alt ısı değeri tahmin etmede yer alması durumunda, her modelin değişkenlerinin regresyon katsayıları, modellerin korelasyon katsayıları

ve diğer model parametreleri sunulmuştur. Bu modellerle tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri ise Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Tablo 3. Kısa analiz içeriklerinin çoklu lineer regresyon modellerinde yer alması halinde, modellerdeki değişkenlerin regresyon katsayıları ve modellerin korelasyon katsayıları ve diğer istatistiksel değerleri

	Model sabiti	Değişkenin regresyon katsayısı				Modelin Korelasyon katsayısı (R)	F değeri	p değeri
		Kül (X ₁)	Toplam nem (X ₂)	Sabit Karbon (X ₃)	Uçucu Madde (X ₄)			
Model 1	5845.24	-0.77	--	--	--	0.773	530	0.000
Model 2	6592.70	--	-0.62	--	--	0.621	223	0.000
Model 3	2967.98	--	--	0.69	--	0.694	329	0.000
Model 4	4552.92	--	--	--	0.094	0.094	3.14	0.077
Model 5	5782.90	-0.77	--	--	0.017	0.774	265	0.000
Model 6	6451.30	-0.56	--	0.37	--	0.831	393	0.000
Model 7	7358.71	-0.73	-0.57	--	--	0.959	2045	0.000
Model 8	6965.89	-0.68	-0.54	0.089	--	0.962	1444	0.000

Model 1, 2, 3 ve 4 kısa analiz içeriklerinin bireysel olarak modelde yer almaları halinde elde edilen modellerdir. Değişkenler modelde teker teker yer aldığında elde edilen modeller:

Model 1: $Y=5845.24-92.19X_1$ ($r=0.773$)

Model 2: $Y=6592.7-100.74X_2$ ($r=0.621$)

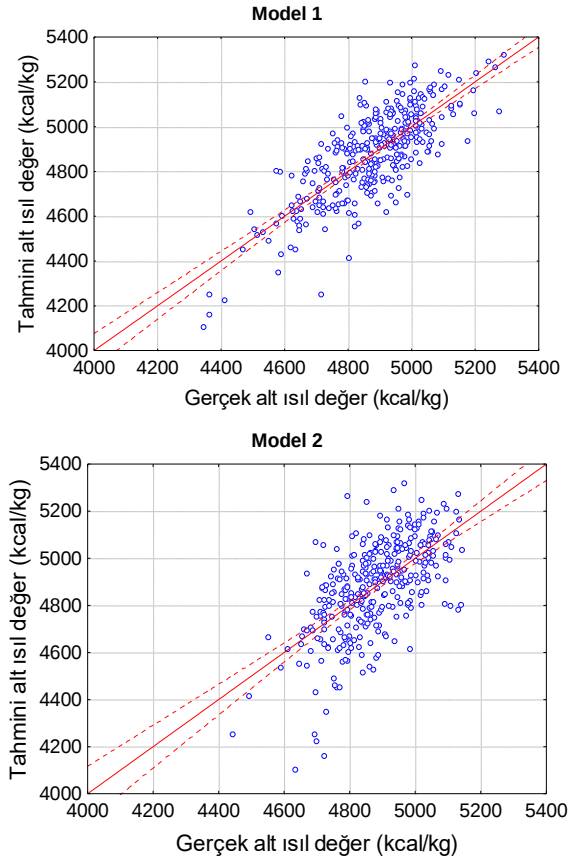
Model 3: $Y=2967.98+51.35X_3$ ($r=0.694$)

Model 4: $Y=4552.92+9.26X_4$ ($r=0.094$)

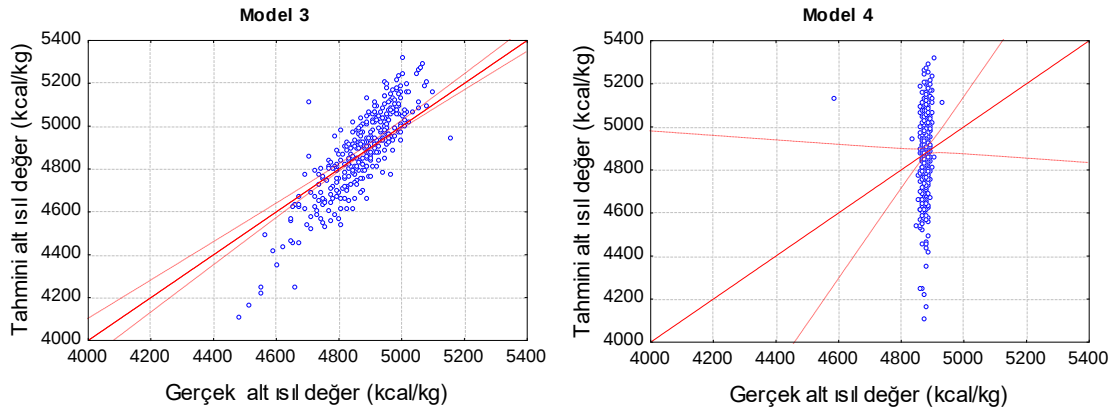
Görüldüğü gibi, 4 model arasında kül içeriği değişkeni, en yüksek korelasyon katsayısına ve F değerine sahiptir ve kömür alt ısı değerindeki varyans değişiminin % 59.75'ini açıklayabilmektedir. Modellerde sadece toplam nem ve sabit karbon değişkenleri bireysel olarak bulunmaları halinde, alt ısı değer varyansındaki değişimin sırasıyla %38.56 ve %48.16'sını açıklayabilmektedir. Uçucu madde ise tek başına modelde bulunması halinde modelin korelasyon katsayısı (r) 0.094 olarak bulunmuştur ve bu varyans değişiminin sadece %0.88'ine açıklık getirebilmektedir.

Model 1 ve 2 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değerini gösteren grafik Şekil 2'de, Model 3 ve 4 için Şekil 3'te sunulmuştur. Bu grafikler incelendiğinde de alt ısı değeri en iyi tahmin eden değişkenin kül içeriği olduğu görülmektedir.

Uçucu madde içeriğinin, kül içeriği ile birlikte yer aldığı Model 5'in Tablo 3'teki istatistiksel model değerlendirme verilerine bakıldığında, modele uçucu madde değişkenin ilave edilmesi sonucu değiştirmemiştir. Bu durum Şekil 1'deki Model 1'e ait grafik ile Şekil 4'teki Model 5'e ait grafiklerden de anlaşılmaktadır. Uçucu madde değişkenin modellerde yer alması sonucu çok az etkilediği tespit edildiğinden, diğer oluşturulan modellerde yer almamıştır.

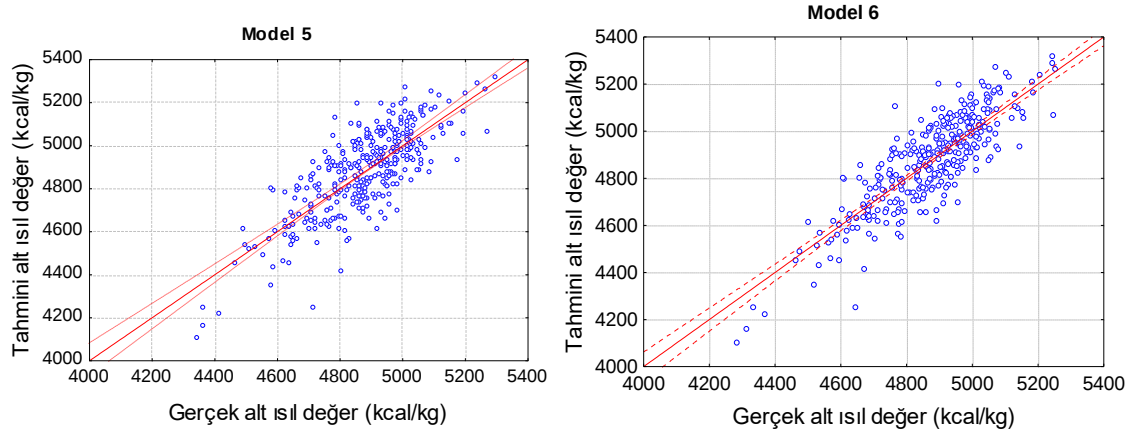


Şekil 2. Model 1 ve Model 2 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri



Şekil 3. Model 3 ve Model 4 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri

Alt ısı değeri üzerine en fazla etkisi olan kül ve sabit karbon içeriklerinin beraber yer aldığı Model 6'nın korelasyon katsayısı 0.831'dir ve bu model, alt ısı değeri varyans değişiminin %69.06'sını açıklayabilmektedir. Tahmin edilen ve gerçek alt ısı değeri grafiği, Model 6 için Şekil 4'te görülmektedir. Sabit karbon ve toplam nemin değişken olarak bir başka modelde, korelasyon katsayısı 0.792 olarak bulunmuştur. Ancak bu model burada verilmemiştir, bu sonuç Model 6'dan daha iyi değildir.

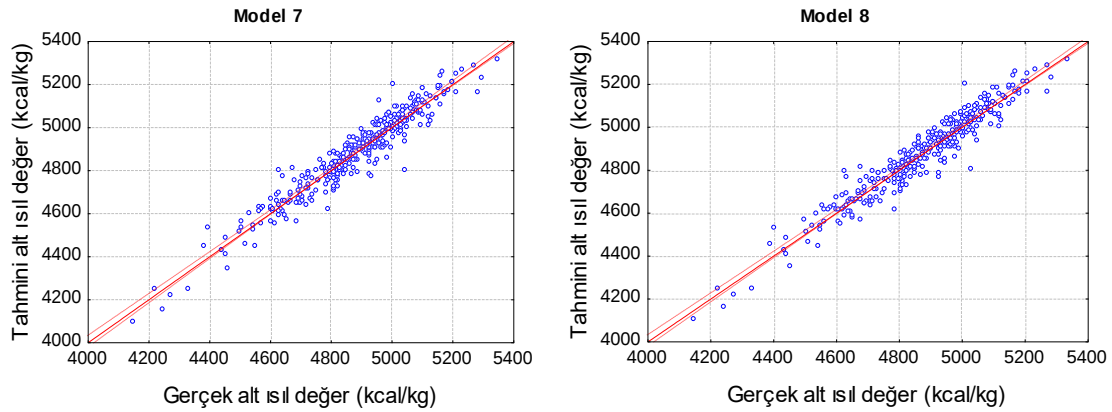


Şekil 4. Model 5 ve Model 6 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri
Kül içeriği ile toplam nemin ikili olarak yer aldığı Model 7 ile bu değişkenlere sabit karbonun da ilave edildiği Model 8’de diğer tüm modellerden daha iyi sonuç elde edildiği Tablo 3’te ve Şekil 5’teki tahmin edilen-gerçek değer grafiklerinden anlaşılmaktadır. Bulunan bu modeller:

Model 7: $Y = 7358.71 - 87.24X_1 - 92.06X_2$ ($R=0.959$)

Model 8: $Y = 6965.89 - 81.35X_1 - 87.03X_2 + 6.59X_3$ ($R=0.962$)

Görüldüğü gibi alt ısı varyans değişiminin %91.96’sı Model 7’deki kül ve nem içerikleriyle açıklanabilirken, bu değişkenlere sabit karbonun da ilave edildiği Model 8, %92.54’ünü açıklayabilmektedir.



Şekil 5. Model 7 ve Model 8 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri

Çoklu Lineer Regresyon Denklemlerinde Değişken Seçiminin Önemi

Alt ısı değişkeni tahmin etmede çoklu lineer regresyon denkleminde kullanılacak değişkenlerin seçimi, yukarıda değinildiği gibi; ileriye doğru, geriye doğru ve adımsal seçim yöntemlerinin hepsi uygulanmış ve bu yöntemlerin hepsi de aynı sonucu vermiş olup, en iyi sonucu veren modellerin Model 7 ve Model 8 olduğunu doğrulamıştır.

Sabit karbon değişkeninin, alt ısı değeri ile kül değişkeninden sonra en fazla korelasyona sahip olduğu Tablo 2’deki korelasyon tablosunda görülmektedir. Sabit karbonun tek değişken olarak yer aldığı Model 3’ün korelasyon katsayısı 0.694 iken, alt ısı değeri ile en yüksek korelasyona sahip kül değişkeni ($r=-0.774$) ile birlikte yer aldıkları Model 6’da korelasyon katsayısı 0.831

olmaktadır. Ayrıca burada verilmeyen, sabit karbon ve toplam nemin ikisinin yer aldığı modelde korelasyon katsayısı 0.792 bulunmuştur. Alt ısı değer ile sabit karbona göre daha düşük korelasyona sahip toplam nem ($r=-0.622$) ile külün değişkenleriyle oluşturulan Model 7'nin korelasyon katsayısı ise 0.959 bulunmuştur (Tablo 3).

Alt ısı değer ile en yüksek korelasyona sahip değişkenlerin yer aldığı Model 6'nın korelasyon katsayısının, Model 7'den daha yüksek olması beklenebilir. Ancak, iki değişken arasındaki korelasyon katsayılarının bir çok durumda değişkenler arasındaki bağıllığı göstermede yeterli olmadığı belirtilmektedir (Ünver ve Gamgam, 1996; Berberoğlu, 2002). Bunun nedeni, yüksek korelasyona sahip iki değişkenin üçüncü bir değişkenle yüksek korelasyona sahip olmasından kaynaklanabilmektedir (Ünver ve Gamgam, 1996; Berberoğlu, 2002). Böyle bir durumunun varlığı, kısmi korelasyon katsayısının hesap edilmesiyle ortaya konulabilmektedir. Kısmi korelasyon katsayısı; diğer değişkenler sabitken, iki değişken arasındaki korelasyonu, diğer bağımsız değişkenlerin etkisinden giderilmiş olarak tespit etmeye olanak sağlamaktadır (Ünal ve Gamgam, 1996; Serper, 1996; Berberoğlu, 2002).

Değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayıları kullanılarak kısmi korelasyon katsayıları hesap edilebilmektedir (Kayaalp ve ark., 2015; Berberoğlu, 2002). Kül değişkeni sabitken, alt ısı değer ile sabit karbon ve toplam nem değişkenleri arasındaki kısmi korelasyon katsayıları Tablo 2'deki korelasyon katsayıları kullanılarak bulunmuştur.

Toplam nem ile alt ısı değer arasındaki kısmi korelasyon:

$$r_{y2.1} = \frac{r_{y2} - r_{21} * r_{y1}}{\sqrt{(1 - r_{21}^2) * (1 - r_{y1}^2)}} = \frac{(-0.6217) - ((0.0731) * (-0.7743))}{\sqrt{(1 - (0.0731)^2) * (1 - (-0.7743)^2)}} = -0.895$$

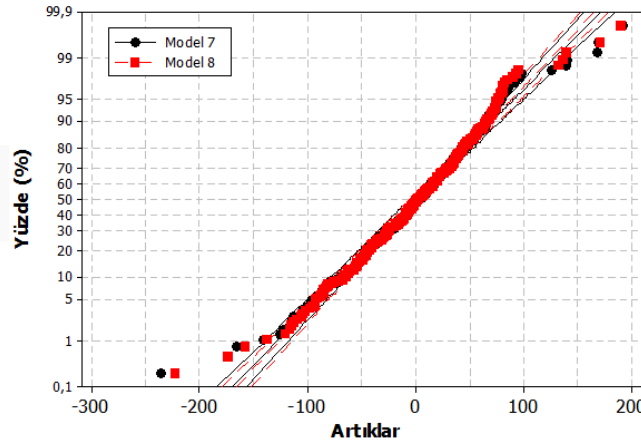
Sabit karbon ile alt ısı değer arasındaki kısmi korelasyon:

$$r_{y3.1} = \frac{r_{y3} - r_{31} * r_{y1}}{\sqrt{(1 - r_{31}^2) * (1 - r_{y1}^2)}} = \frac{(0.6944) - ((-0.5804) * (-0.7743))}{\sqrt{(1 - (-0.5804)^2) * (1 - (-0.7743)^2)}} = 0.475$$

Görüldüğü gibi, kül içeriği sabitken, alt ısı değer ile toplam nem arasındaki kısmi korelasyon, alt ısı değer ile sabit karbon arasındaki kısmi korelasyondan oldukça yüksektir. Bu da kül ve toplam nemin olduğu Model 7'nin korelasyon katsayısının, kül ve sabit karbonun yer aldığı Model 6'nın korelasyon katsayısından neden büyük olduğunu açıklamaktadır. Alt ısı değer ile toplam nem arasındaki kısmi korelasyon katsayısı (-0.895), korelasyon katsayısı -0.622'den daha yüksektir (-1'e daha yakındır). Ayrıca, alt ısı değer ile sabit karbon arasındaki kısmi korelasyon katsayısı (0.475), bu iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı 0.694'ten oldukça düşüktür. Toplam nem ile alt ısı değer arasındaki kısmi korelasyonun (-0.895), korelasyon katsayısından (-0.622) daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durum iki değişken arasındaki ilişkinin diğer değişken (burada sabit karbon) tarafından maskelenmesi durumunda ortaya çıkmaktadır (Berberoğlu, 2002).

Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı, kül ve toplam değişkenlerine ilaveten sabit karbonun eklendiği Model 8'in korelasyon katsayısı ($R=0.962$) Model 7'nin korelasyon katsayısından ($R=0.959$) biraz fazla çıkabilmiştir.

Model 7 ve Model 8 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değerler arasındaki fark olan artıkların normal dağılım grafikleri Şekil 6'da sunulmuştur. Görüldüğü gibi her iki modeli artık dağılımları normal dağılıma uyum göstermektedir. Her iki modelin artık dağılımları birbirine çok yakın bir dağılım göstermektedir.



Şekil 6. Model 7 ve Model 8 ile tahmin edilen ve gerçek alt ısı değer grafikleri arasındaki artıkların normal dağılım grafikleri

Sonuçlar

Yapılan bu çalışma ile aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

- Ağır ortam siklonunda üretilen -18+10 mm temiz kömüre ait kısa analiz içerik değerleri kullanılarak yapılan korelasyon analizlerinde, alt ısı değerinin kül ve nem içeriğiyle negatif, sabit karbon içeriği ile pozitif korelasyona sahip ve uçucu madde ile korelasyonun çok az olduğu bulunmuştur.
- Alt ısı değerini ile kül, sabit karbon, toplam nem ve uçucu madde arasındaki korelasyon katsayılarının korelasyonun kuvvetine göre sıralanışının -0.77, +0.69, -0.62 ve +0.09 şeklinde olduğu bulunmuştur.
- Değişkenlerin bireysel olarak yer aldığı modeller oluşturulduğunda en iyi sonucu korelasyon katsayısı 0.77 olan kül içeriği ile oluşturulan model vermiş bunu, sabit karbon ve toplam nem içeriği ile tespit edilen modeller takip etmiştir.
- Uçucu madde içeriğinin bireysel ya da diğer değişkenlere ilave edilmesiyle oluşturulan modellerde alt ısı değer tahmininde istatistiksel olarak önemli bir katkısı olmamıştır.
- Sabit karbon değişkeni alt ısı değer ile külden sonra en yüksek korelasyona sahip olmasına rağmen; ilave değişken olarak yer aldığı modellerde, alt ısı değer ile daha düşük korelasyona sahip toplam nem değişkenine göre daha düşük korelasyon katsayısı veren modeller elde edilmiştir. Bunun nedeninin, toplam nem değişkeninin alt ısı değer ile sabit karbona göre daha yüksek kısmi korelasyona sahip olduğu ve sabit karbon değişkeninin bu korelasyonu maskeleyiği tespit edilmiştir.
- En iyi tahmin yapan modeller; alt ısı varyans değişiminin %91.96'sını açıklayabilen kül ve toplam nemin bulunduğu iki değişkenli model ($R=0.959$) ile bu değişkenlere sabit karbonun da ilave edildiği ve varyans değişiminin %92.54'ünü açıklayabilen üç değişkenli model ($R=0.962$) olmuştur.
- Kül, toplan nem ve sabit karbon içeren üç değişkenli modelin artıkları ile kül ve toplam nemin değişken olarak kullanıldığı iki değişkenli modelin artıklarının benzer dağılıma sahip oldukları tespit edilmiştir.

Teşekkür

Yazar, bu çalışmanın yapılabilmesi için, kömür analizi verilerinin kullanımına izin veren TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri) ve ELİ (Ege Linyitleri İşletmesi)'ne teşekkürlerini sunmaktadır.

Kaynaklar

- Açıkkar, M and Sivrikaya, O. (2018). Prediction of gross calorific value of coal based on proximate analysis using multiple linear regression and artificial neural networks, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 26, 2541-2552.
- Akkaya, A. V. (2013). Predicting coal heating values using proximate analysis via a neural network approach, Energy Sources, Part A, 35, 253-260.
- Akkaya, A. V. (2009). Proximate analysis based multiple regression models for higher heating value estimation of low rank coals, Fuel Processing Technology, 165-170.
- Alpar, R. (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistikle Yöntemlere Giriş I, 2. Baskı, Nobel Basımevi, Ankara.
- Behnamfard, A. and Alaie, R. (2017). Estimation of coal proximate analysis factors and calorific value by multivariable regression method and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS), International Journal of Mining and Geo-Engineering, (51(1), 29-35.
- Berberoğlu, E. (2002). Değişken seçimi yönteminin kullanımı ile model belirlenmesinin zoote kniye uygul anışı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Chelgani, A. S. and Makaremi, S. (2013). Explaining the relationship between common coal analyses and Afghan coal parameters using statistical modeling methods, Fuel Processing Technology, 110, 79-85.
- Güleç, M. and Gülbandılar, E., (2018). Determination of the lower calorific and ash values of lignite coal by using artificial neural networks and multiple regression analysis, Physicochemical Problems of Mineral Processing, DOI:10.5277/ppmp18149.
- Kavsek, D., Bednarova, A. and Biro, M. (2018). Characterization of Slovenian coal and estimation of coal heating value based on proximate analysis using regression and artificial neural networks, Central European Journal of Chemistry, 11(9), 1481-1491.
- Kayaalp, G. T., Çelik Güney, M. ve Cebeci, Z. (2015). Çoklu doğrusal regresyon modelinde değişken seçiminin zoote kniye uygul anışı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1), 1-8.
- Krishnaiah, J., Lawrence, A. and Dhahnuskodi. (2012). Artificial neural networks model for predicting ultimate analysis using proximate analysis of coal, International Journal of Computer Applications, 44(2), 9-13.
- Llorente, M. J.F. and Garcia, J.E.C.(2008). Suitability of thermo-chemical corrections for determining gross calorific value in biomass, Thermochim Acta, 468, 101-107.
- Majumder, A. K., Jain, R. Banerjee, P. And Barnwal, J. P., 2008. Development of a new proximate analysis based correlation to predict calorific value of coal, Fuel, 87, 3077-3081.
- Mesroghli, Sh., Jorjani, E. and Chelgani, S. C. (2009). Estimation of gross calorific value based on coal analysis using regression and artificial neural networks, International Journal of Coal Geology, 79, 49-54.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. and Vining, G. G. (2001). Introduction to Linear Regression Analysis, Third Edition, John Wiley&Sons, New York.
- Parikh, J. Channiwala, S. A. and Ghosal, G. K. (2005). A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels, Fuel, 84(5), 487-494.
- Patel, S.U., Jeevan Kumar, B., Badhe, Y.P., Sharma, B.K., Saha, S., Biswas, S., Chaudhury, A., Tambe, S.S., and Kulkarni, B. (2007). Estimation of gross calorific value of coals using artificial neural networks, Fuel, 86, 334-344.

- Rafezi, F., Jorjani, E. and Karimi, Sh. (2011), Adaptive neuro-fuzzy inference system prediction of calorific value based on the analysis of. U.S. Coals, InTech, DOI:10.5772/15793.
- Serper, Ö. (1996). Uygulamalı İstatistik II, Filiz Kitapevi, İstanbul.
- Thompson, M. L. (1978). Selection of variables in multiple regression: Part I. A review and evaluation, International Statistical Review, 46, 1-19.
- Ünver, Ö ve Gamgam, H. (1996). Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Siyasal Kitapevi, Ankara.
- Yılmaz, I., Erik, N. Y. and Kaynar, O. (2010). Different types of learning algorithms of artificial neural network (ANN) models for prediction of gross calorific value (GCV) of coals, Scientific Research and Essays, 5(16), 2242-2249.

INSAC-18-1324

Moda Ve Feminizm Bağlamında Öğrencilerin Görüşleri: Selçuk
Üniversitesi Örneği (Şerife Yıldız, Nihal Ulurasba)

Moda Ve Feminizm Bağlamında Öğrencilerin Görüşleri: Selçuk Üniversitesi Örneği

Dr. Şerife Yıldız¹, Nihal Ulurasba²

¹Selçuk Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Moda Tasarım Bölümü, E-mail: gulcu@hotmail.com

²Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, E-Mail: nihalulurasba@gmail.com

Özet: Bin yıllardır var olan moda, iki yüz yıl gibi kısa bir süre önce ortaya çıkan Feminizm kavramının toplumda görünür olmasına, bu görünürlüğü genel kabuller oluşturmaya önemli katkılar sağladığı ve önümüzdeki dönemlerde de sağlayabileceği varsayımından hareket ile bu çalışma planlanmıştır. Moda tasarımı ile kadının özgür ve eşit bir birey olma çabasındaki görünmeyen, hatta hissedilmeyen ancak varlığı yadsınamayacak birlikteliğe yeni bir anlam katacağına inanılmaktadır. Giysi seçiminde feminizm etkisi, feminizm ve modanın arasında ilişki olup olmadığı konusunda araştırma planlanmıştır.

Bu konu; kadınların özgürlük hareketi olarak bilinen feminizm düşüncesinin moda üzerindeki kuvvetli etkisinden dolayı seçilmiştir. Araştırmamızın evreni 2017-2018 yılında Selçuk Üniversitesinde Alaattin Keykubat kampüsünde öğrenim gören kız öğrenciler olarak belirlenmiştir. Evren içerisinde random yöntemi ile 270 kız öğrenciye ulaşılmış ve anket uygulaması yapılmıştır. Bu araştırma evrenin seçilmesindeki amaç üniversite öğrencilerinin moda ve feminizm kavramlarına aşina olduğu varsayılmış ve araştırma örneklem üzerinden gerçekleştirilmiştir. Her olaydan beslenen moda, feminizmden de beslenmiştir. Bu çalışmada feminizm ile moda arasındaki ilişki incelendiğinde; aralarında bir bağ olduğu feminizmden sonra modanın daha rahat, daha özgür ve daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Çalışmada yapılan anketle moda ve feminizm kavramlarının bilinirliğine, moda ve feminizm düşüncesini aile, sosyal ortam, inanış, reklamlar, hayat görüşü gibi değişkenlerin etkisinin olup olmadığına; seçilen renk ve kıyafet seçimleri ile bir bağın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışmada ankete verilen cevaplar ile feminizmin görülme e etkisini ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Ankette elde edilen bulgular Spss 24 programı ile çözümlenmiş ve bulgular bölümünde tablolarla verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Feminizm, Moda tasarımı, Giysi

Views Of Students Concerning Fashion And Feminism: The Example Of Selçuk University

Abstract

This study was planned based on the hypothesis that fashion, which exists for thousands of years, has contributed much to the visibility of the feminism concept, which exists for such a short period of time like two centuries, in the society, and that it will contribute in the forthcoming periods. It is believed that the fashion design will give a sense to the invisible, even insensible, but incontrovertible unity between the efforts of the women for being an independent and equal individual. The research was planned about the effect of feminism in the selection of the clothes, and about whether there was a relation between feminism and fashion.

This issue was preferred based on the powerful influence of the feminism notion, which is known as a movement of independence, on the fashion. The universe of the study was comprised of the female students actively studying at the Alaattin Keykubat campus of the Selçuk University in the 2017-2018 education year. Through random selection method, 270 female students were reached within the sample, and the survey was implemented. The objective in selecting this research universe was the assumption that female university students are more familiar with fashion and feminism, and the research was conducted over the sample. Feeding on every event, fashion fed on feminism as well. When the relation between feminism and fashion was examined in this study, it was observed that there was a relation between them, and that fashion has been more comfortable, more independent, and more useful after the feminism. With the survey of the study, the familiarity of fashion and feminism was examined; additionally it was investigated whether variables such the family, social settings, beliefs, advertisements, and world-views had an impact on the notion of fashion and feminism, and lastly, whether it had a relation with the color and cloth selection. In this study, it was aimed at revealing the invisible impact of the feminism through the answers to the survey questions. The findings obtained from the survey were analyzed through SPSS 24 program, and they were presented in tables in the findings section.

Key Words: Feminism, Fashion design, Clothes

Giriş

Geçici giyim, kullanım ve davranış bütünlüğü olarak nitelendirilen modanın, hemen her zaman yadsınamayacak derecede kalıcı bir etkisi olmuştur. Moda birikimleri birbirinden bağımsız düşünülemez. Bu çerçevede en genel ve basit tanımıyla kadın erkek eşitliğini savunan Feminizm ile kadın, kendisini toplumsal alanda erkek ile eşitlemeye çalışırken moda, tasarımlarıyla kadının dışarıdaki varlığına yeni katkılar yapmıştır. 18. yüzyılda ortaya çıkan Feminizm, kadın erkek eşitliğinde yeni bir dil geliştirirken ve kadınlar kamusal alanda kendilerini bu dil ile ifade etmeye çabalarırken, moda da kendi alfabesini hayatın birçok alanına aktardığı gibi Feminizme de aktarmıştır. Üst kimliğinin oluşumuna vazgeçilmez katkılar yapan cinsel kimliğini koruyarak, her alanda özgürlük ve eşitlik mücadelesini sürdüren kadının bu mücadelesinin daha ilk andaki görünürlüğü, birçok bileşen ile birlikte aynı zamanda ağırlıklı olarak modanın izlerini taşımıştır. Feminizm savunusundaki görsellik hissedilsin veya hissedilmesin, belirli bir bilinç veya bilinç dışılıkla modanın eseri olmuştur.

Bin yıllardır var olan moda, iki yüz yıl gibi kısa bir süre önce ortaya çıkan Feminizm kavramının toplumda görünür olmasına, bu görünürlüğün genel kabuller oluşturmalarına önemli katkılar sağladığı ve önümüzdeki dönemlerde de sağlayabileceği varsayımından hareket ile bu çalışma planlanmıştır. Moda tasarımı ile kadının özgür ve eşit bir birey olma çabasındaki görünmeyen, hatta hissedilmeyen ancak varlığı yadsınamayacak birlikteliğe yeni bir anlam

katacağına inanılmaktadır. Hangi mücadele yöntemi, hangi biçimlerde ve nasıl yapılırsa yapılsın ve sonuçları ne olursa olsun, bütün bu inişli çıkışlı süreçler içinde insanın, dolayısıyla konum itibarıyla kadının kendini en doğru biçimde ifade edebilmesine katkı yapacaktır. Eşitlik arasındaki farklılığın ilk andaki en belirleyici özelliği kadın görseiliğinin yeni bir biçim bütünlüğü içinde sunulmasında yatmaktadır. Görünür olabilmek için de moda ve moda tasarımlarının farklı yaklaşımları gerekmektedir. Bazen moda tasarımcısı ortaya çıkardığı tasarımla yeni fikirler ilham edebilir, bazen de yeni fikirlerin kitleleşmesinde öncü rolü üstlenir. Feminizm de moda tasarımcısını dolayısı ile modayı her zaman mikroskobu altında olmuştur. Kadının sosyal hayatta daha etkin bir rol oynamasında moda tasarımcısının ana teması niteliğindedir. Son yüz elli yılda kadın bedeni üzerinden yapılacak okumalarda kadının kıyafetiyle kendini ifade etme biçimi neredeyse birbirine özdeştir. Kadının özgürleşmeye doğru attığı her adımda moda tasarımcısı, hem kendisine, hem de kadına yeni bir yol haritası sunmuştur. Ve feminizmde bu bağlamda belirleyici rol oynamaktadır.

Feminizm, dolayısıyla kadın hakları hareketi başlamadan önce kadının konumu gibi modanın konumu da erkeğin statüsüne göre değişiklik göstermiştir. Moda unsurları erkeğin statüsünü gösteren araç olarak kullanılmıştır. Her olaydan beslenen moda, feminizmden de beslenmiştir. Bu çalışmada feminizm ile moda arasındaki ilişki incelendiğinde; aralarında bir bağ olduğu feminizmden sonra modanın daha rahat, daha özgür ve daha kullanışlı olduğu görülmüştür. Çalışmada yapılan anketle moda ve feminizm kavramlarının bilinirliğine, moda ve feminizm düşüncesini aile, sosyal ortam, inanış, reklamlar, hayat görüşü gibi değişkenlerin etkisinin olup olmadığına; seçilen renk ve kıyafet seçimleri ile bir bağın olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışmada ankete verilen cevaplar ile feminizmin görülmeyen etkisini ortaya çıkartmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın evreni 2017/2018 Eğitim-Öğretim yılında Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde ön lisans ve lisans programlarında öğrenim gören kız öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırma için bu grubunun seçilmesindeki en önemli amaç, araştırmacının katılımcılara ulaşma kolaylığı ve genç bir grup olan öğrencilerin moda ile ilgilendikleri ayrıca moda ve feminizm kavramına uzak olmadıkları, moda hakkında bir görüşe sahip oldukları varsayılmıştır. Araştırmanın örneklemini ise evren içinden random yöntemiyle seçilmiş Selçuk Üniversitesi ön lisans ve lisans programlarında öğrenim gören 270 kız öğrenciden oluşmaktadır.

Yapılan çalışmada veri toplama yöntemi var olan bir durumu var olduğu şekliyle ortaya koymayı amaçladığından tarama modelli bir çalışmadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak amaca uygun olarak hazırlanan anket kullanılmıştır. Thomas (1998) anketi, insanların yaşam koşullarını, davranışlarını, inançlarını veya tutumlarını betimlemeye yönelik bir dizi sorudan oluşan bir araştırma materyali olarak tanımlanmaktadır. Diğer veri toplama tekniklerine (görüşme, gözlem) göre farklı bölgelerden çok daha büyük gruplara hızla uygulama olanağının olması ve maliyetinin daha düşük olması gibi avantajlar vardır (Büyüköztürk, 2005). Feminizm ve moda hakkında kız öğrencilerin görüşlerini ortaya koymak ve feminizmin modaya yansımalarını incelemek amacıyla anket soruları oluşturulmuştur. Uygulanan ankette elde edilen veriler SPSS programında çözümlenmiş ve tablolara dökülerek sonuçlar okunmuştur. Hazırlanan anketin birinci bölümünde; demografik özellikleri ölçmeye yönelik kişisel sorular yer almıştır. İkinci bölümde moda kavramı ve giysi tercihleriyle ilgili sorular, Üçüncü bölümde feminizm kavramı ve moda ile ilgili sorular, dördüncü bölümde ise; katılımcıların moda ve feminizm ile ilgili çeşitli yargılara katılıp katılmadığına yönelik, kişilerin tutumlarını belirlemeyi amaçlayan

likert ölçeği kullanılmıştır. Anket uygulaması sonucu elde edilen veriler IBM SPSS STATISTICS 24 paket programına aktarılmış ve verilen cevaplar çapraz tablolarda frekans ve % değerleri verilerek sunulmuştur. Tablolarda yer alan bulgular gerek kendi içerisinde gerekse birbirleriyle ilişkilendirilerek tabloların altında tartışılmıştır.

Çalışmada anketin ikinci ve üçüncü bölümünde sorulan sorular için ölçek geçerliliği ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla Cronbach Alpfa (α) Testi istatistik sonucuna bakılmıştır. Katsayılarının değerlendirilmesinde uyulan değerlendirme ölçütü aşağıdaki gibidir.

$0.00 \leq \alpha \leq 0.40$ ise ölçek güvenilir değil

$0.40 \leq \alpha \leq 0.60$ ise ölçek düşük güvenilirlikte

$0.60 \leq \alpha \leq 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir

$0.80 \leq \alpha \leq 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilirdir (Özdamar,2002:673).

Araştırmada anketin güvenilirliğini ölçmek için yapılan Cronbach Alpfa (α) testi = 0,715 olarak çıkmıştır. Sonuca göre çıkan değer $0.60 \leq \alpha \leq 0.80$ aralığında olup geçerlilik ve güvenilirliği oldukça güvenli kategorisinde olduğu ispatlanmıştır.

Katılımcı öğrencilerin, öğrenim değişkeni ile moda ve feminizm görüşleri arasında istatistiksel ilişkinin ölçümü için χ^2 analizi kullanılmıştır. Bunun için hipotezler aşağıda yapılandırılmıştır.

H⁰ Örneklemde katılımcı öğrencilerin öğrenim değişkeni ile moda ve feminizm görüşleri arasında istatistiksel ilişki yoktur.

H¹ Örneklemde katılımcı öğrencilerin öğrenim değişkeni ile moda ve feminizm görüşleri arasında istatistiksel ilişki vardır.

Hipotezin kabul yada reddi için olasılık değeri $P < 0,05$ ise H⁰ red, H¹ kabul edilir.

Hipotezin kabul yada reddi için olasılık değeri $P > 0,05$ ise H⁰ kabul, H¹ red edilebilir. Yani değişkenler arasında istatistiksel ilişki yoktur. Yapılan χ^2 ilişki analizi sonucunda sadece anlamlı ilişki bulunanlar metin içerisinde belirtilmiştir.

Araştırma Bulguları

Araştırmanın bu bölümünde amaçlara uygun olarak hazırlanan anketin sonuçları verilmiştir.

Selçuk üniversitesinde okuyan kız öğrencilerin moda kavramı, giysi tercihleri, renk tercihleri, feminizm kavramı, feminizm ve moda arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik olarak hazırlanan sorulardan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir. Ayrıca öğrenim değişkeni dikkate alınarak çapraz tablolar oluşturulmuştur. Araştırmada yer alan katılımcılara ilişkin genel demografik özellikler aşağıda verilmiştir. Katılımcılar en fazla 19 yaş grubunda %28,5 (77) olduğu, en yüksek yaş aralığının 29 yaş ile %1,5 (4) olduğu, ayrıca katılımcıların yaş aralığının minimum 18 maksimum 29 yaş olarak ortaya çıktığı, Ortalama yaşın ise 23 olduğu görülmektedir. Toplamda 20 farklı fakülte ve yüksekokula ulaşılmış olup en fazla %19,3 (50) ile Sağlık Bilimleri Fakültesi en az ise Veterinerlik, Teknoloji ve Güzel Sanatlar Fakültesi ve Adalet MYO %0,4 (1) ile araştırmaya dahil olmuştur. Katılımcıların medeni durumuna bakıldığında %2,2 (6) evli, %97,8 (264) bekâr olduğu sonucu çıkmıştır. Öğrenim durumları %71,1 (192) fakülte, %28,9 (78) yüksekokul düzeyindedir.

Katılımcıların sınıf dereceleri %38,9 (105) 1. Sınıf, %27,0 (73) 2. Sınıf, %13,3 (36) 3. Sınıf, %20,0 (54) 4. Sınıf, %0,7 (2) 6. Sınıf olduğu ortaya çıkmıştır. En çok 105 kişi sayısı ile 1. Sınıf öğrencilerinin fikirlerine ulaşılmıştır. Katılımcıların gelir dağılımları 7,0(19) oranla maksimum 751-1000 TL aralığı, 64,4(174) oranla minimum 250-500 TL olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Moda Kavramına İlişkin Görüşleri

ÖĞRENİM MODA KAVRAMI	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Değişim	24	12,5	168	87,5	14	17,9	64	82,1	1,362	0,243
Tekrar	11	5,7	181	94,3	6	7,7	72	92,3	0,362	0,547
Stil	78	40,6	114	59,4	42	53,8	36	46,2	3,927	0,048
Farklılık	61	31,8	131	68,2	27	34,6	51	65,4	0,204	0,651
Yenilik	37	19,3	155	80,7	15	19,2	63	80,8	0,000	0,994
Toplumsal beğeni	35	18,2	157	81,8	10	12,8	68	87,2	1,168	0,280

Tablo 1’de fakülte ve yüksekokul incelendiğinde fakültelerde en çok %40,6(78) değerle stil, yüksekokullarda da %53,8(42) değerle stil kavramının modayı çağrıştırdığı ortaya çıkmıştır. Güzel, alımlı, göze hoş gelen, tarz sahibi terimlerinin stili dolayısıyla da modayı çağrıştırdığını düşünülmüşlerdir. Fakültelerde stil %40,6(78) kavramını sırasıyla farklılık %31,8(61), yenilik %19,3(37). Toplumsal beğeni %18,2(35), değişim %12,5(24) ve tekrar %5,7(11) takip ederken yüksekokullarda stilden %53,8(42) sonra farklılık %34,6(27), yenilik %19,2(15), değişim %17,9(14), toplumsal beğeni %12,8(10), tekrar %7,7(6) takip etmiştir. Fakültelerde de %40,6(78) yüksekokullarda da %53,8(42)en çok stil kavramının modayı çağrıştırdığı düşünülmüştür. Stil kavramından sonra en çok farklılık kavramı tercih edilmiştir. Anlam bakımından stil ve farklılık kavramı birbirlerini desteklemektedir. Stil, insanın yeteneğini kullanmada izlediği yoldur. Tercih etme şeklinde düşünülür. Bu sebepten çeşitli stiller iyi ya da kötü değil sadece farklıdır (Stemberg, 1994; Sünbül, 2001: 25). Waquet ve Laporte’ye göre, moda kelimesi içinde birçok anlamı barındıran bir kavramdır. Öncelikle, bir hareket olarak algılanan moda kavramı, bunun yanı sıra bir varoluş, yaşam biçimi ve giyim tarzı olarak açıklanmaktadır (Waquet ve Laporte, 2011: 7). Moda öngörülerinden bahseden birçok kaynak ve konuşmada konu kapsamında sıkça kullanılan kelimeler olan, moda, eğilim (trend), stil ve tasarım kelimeleri birbiri yerine kullanılarak anlam kargaşasına yol açıldığı gözlemlenmektedir(Dereci,2017:77). Yine moda eğilimleri kapsamında sıkça kullanılan stil ise, aynı sınıf veya kategoriye simgeleyen karakteristik özellikler olarak tanımlanmıştır (Splores vd., 1994:7). Stil kelimesi giysi alanında kullanıldığında mini etek, kalem etek, pileli etek gibi tek bir kategoride ayırt edici özelliklerden de bahseder” (Splores vd., 1994:13). Ayrıca Çetin’in yapmış olduğu “Kadın Tüketicilerin Giysi Satın Alma Davranışları Ve Marka Bağımlılığı” konulu araştırmasında giysi markalarını tercih etme nedenleri arasında stilimi yansıtmayı seçeneği en önemli sırada bulunmuştur(Çetin,2016:31).

Ayrıca fakültede okuyan kız öğrenciler %94,3(181), yüksekokulda okuyan kız öğrenciler %92,3(72) ile en çok tekrar kavramına “hayır” cevabını vermiştir. Modanın tekrarı çağrıştırmadığını düşünülmüşlerdir. Yapılan χ^2 sonucunda kız öğrencilerin stil cevabında 0,048 değerle öğrenim düzeyleri arasında anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 2. Katılımcıların Modayı Takip Etme Durum Dağılımları

Öğrenim Takip	Fakülte						Yüksekokul						χ^2	P
	Evet		Hayır		Bazen		Evet		Hayır		Bazen			
	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%		
Moda takip ederim	31	16,1	44	22,9	117	60,9	24	30,8	17	21,8	37	47,4	7,626	0,022
Moda takip edilmelidir	34	17,7	39	20,3	119	62,0	23	29,5	16	20,5	39	50,0	5,007	0,082

Tablo 2’ de katılımcıların değişkenlere verdikleri cevaplar incelendiğinde; fakültelerde öğrenim gören kız öğrenciler moda takip ederim sorusu için en fazla bazen cevabı %60,9(117), yüksekokullarda öğrenim gören kız öğrenciler de en fazla bazen cevabı %47,4(37) vermişlerdir. Moda takip edilmelidir değişkeni için yine en fazla bazen seçeneği %62,0(119), yüksekokul öğrencileri de %50,0(39) ile bazen cevabını vermişlerdir. Oğuz ve Kaya (2010) “Üniversite Gençliğinin Alışveriş Tercihlerinde Tüketim Kültürünün Rolü” adlı çalışmada modayı takip edip etmemeleri sorusuna üniversite öğrencileri %44 değerle “evet”, %52 değerle “hayır” cevabını vermiştir. Cinsiyet dağılımına göre incelendiğinde kız öğrencilerinin yaklaşık %501 değerle “evet” cevabı ile modayı takip ettikleri belirtilmiştir (Kaya ve Oğuz, 2010: 159). Yapılan χ^2 analizi sonucunda fakülte ve yüksekokul öğrencilerinin tercihleri ile 0,022 modayı takip ederim arasında anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 3. Katılımcıların Giysi Alırken Etkilendiği Durumlar

ÖĞRENİM ETKİ	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Hayat görüşü	109	56,8	83	43,2	42	53,8	36	46,2	0,192	0,661
Dini görüş	62	32,3	130	67,7	24	30,8	54	69,2	0,059	0,808
Sosyal ortam	44	22,9	148	77,1	17	21,8	61	78,2	0,040	0,842
Moda oluşu	12	6,3	180	93,8	7	9,0	71	91,0	0,629	0,428
Feminizmi çağrıştırması	1	0,5	191	99,5	2	2,6	76	97,4	2,108	0,147
Aile	11	5,7	181	94,3	13	16,7	65	83,3	8,193	0,004

Tablo 3 incelendiğinde; Fakülte öğreniminde en çok evet cevabı ile %56,8(109) oranla hayat görüşü ve sırasıyla %32,3(62) oranla dini görüş, %22,9(44) oranla sosyal ortam, %6,3(12) oranla moda oluşu, %5,7(11) oranla aile ve son olarak da %0,5(1) oranla feminizmi çağrıştırması etkili olmuştur. Yüksekokul öğreniminde en çok evet cevabı ile %53,8(42) oranla hayat görüşü en yüksek değer alırken onu %30,8(24) oranla dini görüşü, %21,8(17) oranla sosyal ortamı, %16,7(13) oranla aile, %9,0(7) oranla moda oluşu ve son olarak da %2,6(2) oranla feminizmi çağrıştırması etkili olmuştur. Gençlerin giyim ürünü alırken tercihlerini belirleyen özellikler arasında en çok %46 oranla ürün fiyatının uygun olması, %25 oranla tarzını yansıtmaması ve %6 oranla da statüye uygun olması çıkmıştır. Veriler birleştirildiğinde %25 oranla ürün fiyatının uygunluğu ve %23 oranla tarzını yansıtmaması benimsenmiştir (Kaya ve Oğuz, 2010: 154).

Yapılan χ^2 sonucunda fakülte ve yüksekokul kız öğrencilerinin tercihlerine bakıldığında Tablo 3'te kız öğrencilerinin kıyafet alırken etkilendikleri durumda aile şikkı ile öğrenim durumları arasında 0,004 değerle anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. En Çok Tercih Edilen Giysi Sıralaması

	Hiç tercih edilmeyen	1.Tercih	2. Tercih	3. Tercih	4. Tercih	5. Tercih	6. Tercih	7. Tercih
	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)
Etek	20(7,4)	26(9,6)	33(12,2)	33(12,2)	60(22,2)	50(18,5)	28(10,4)	20(7,4)
Pantolon	11(4,1)	179(66,3)	41(15,2)	12(4,4)	9(3,3)	5(1,9)	7(2,6)	6(2,2)
Elbise	14(5,2)	26(9,6)	33(12,2)	39(14,4)	61(22,6)	60(22,2)	26(9,6)	11(4,1)
Tulum	25(9,3)	1(0,4)	5(1,9)	8(3,0)	40(14,8)	42(15,6)	102(37,8)	46(17,0)
Takım Elbise	27(10,0)	6(2,2)	12(4,4)	16(5,9)	30(11,1)	44(16,3)	133(49,3)	2(0,7)
Bluz Gömlek	16(5,9)	13(4,8)	59(21,9)	102(37,8)	32(11,9)	21(7,8)	21(7,8)	6(2,2)
Tişört	18(6,7)	24(8,9)	82(30,4)	53(19,6)	29(10,7)	32(11,9)	13(4,8)	17(6,3)

Tablo 4'de katılımcılara en çok tercih ettikleri giysilerin sıralamasına bakıldığında; Sırasıyla 1. Tercih olarak en fazla %66,3(179) pantolon, 2. Tercih olarak en fazla %30,4 (82) tişört, 3. Tercih olarak en fazla %37,8(102) bluz gömlek, 4. Tercih olarak en fazla %22,6(61) elbise, 5. Tercih olarak da en fazla %22,2(60) elbise, 6. Tercih olarak %37,8(102) tulum tercih etmişlerdir. Hiç tercih edilmeyen ise %10,0 (27) oranla takım elbise olmuştur. En çok pantolon tercih edilmesinin sebebi rahat ve pratik olmasıdır. Günümüzde de kadınlar pantolonu elbise ve etekten daha çok tercih etmiştir (Polat ve Arslan, 2015: 66). 18. Yy'da Feminizm yeni yeni canlanmaya başlamış kadının yeri, ve konumundan rahatsızlık vardı. Bu rahatsızlık da feminizm ile birlikte yeni gelişmelere kapı aralamıştır. “ İlk kez Amelia Jenks Bloomer tarafından giyilen “şalvar benzeri kısa büzgülü pantolon” ile reform kıyafetinin de temellerini atmışlardır” (Gürcüm ve Arslan, 2017: 1385). Bu pantolon kadınlara özgür hareket imkânı sağlıyordu. Kendi işlerini kendileri yapabilecekler, kıyafetlerini kendileri giyinip kendileri çıkartabileceklerdi. “Bu nedenle kadınlarında pantolon giyebilmesi önerisi ortaya atıldı. Bu öneriyi getiren önderlerinden olan Amelia Bloomer, ideal kıyafet örneği olarak Türk kadınlarının giydiği şalvarı göstermiştir.” (Vural, 2014: 42). Feminist kadın sanatçılardan olan Rosa Bonheur, pantolonu işini kolaylaştırdığı ve kendini sanatına adanmak için rahat hareket etmek adına giyindiğini, giyindiği eteklikleri ile iş yaparken rahat olmadığını ama etekliklerini atıp sadece pantolon giyen kadınlara da karşı durduğunu söylemiştir ve şunları da eklemiştir “ Pantolonum benim en büyük koruyucum olmuştur. O eteklikleri bir yerden bir yere sürüklemek zor, birtakım işleri yapmaktan beni alıkoyacak geleneklerden kopabildiğim için kendimle gurur duyuyorum...” (Antmen, 2010:155).

16. Yy da kömür madenlerinde işçi olarak çalışan İngiliz kadınlarının kısa pantolonları giyindikleri bilinmektedir. 17. Yy da denizcilikte çalışan kadınların ise yaptıkları işten ötürü kolaylık sağlaması adına eteklerini pantolonlara benzettikleri bilinmektedir (Crane, 2003: 159). 1907 yıllarında maden ve kömür ocaklarında çalışan kadınlar daha çok pantolon giyinmeyi tercih etmişlerdir. O zamanki şartlarda pantolon giyen kadınların erkek otoritesini ele geçirmeye çalışması düşüncesi pantolon giyinen kadınlara karşı bir önyargı oluşturmuştur. Viktoryan giyimi pantolona tercih edenler olsa da işçi sınıfı kadınları pantolon giyinmeye devam etmiştir. Günümüzde de pantolon kadınlar için kurtarıcı parça olmuştur. Bloomer pantolonun o zaman sağladığı kolaylık gibi şimdiki zaman için de kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

Tablo 5. En Çok Tercih Edilen Renkler Sıralaması

	Hiç tercih Edilmeyen	1.Tercih	2. Tercih	3. Tercih	4. Tercih	5. Tercih	6. Tercih	7. Tercih	8.Tercih	9. Tercih
	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)
Kırmızı	19(7,0)	36(13,3)	17(6,3)	28(10,4)	30(11,1)	25(9,3)	29(10,7)	44(16,3)	21(7,8)	21(7,8)
Pembe	24(8,9)	12(4,4)	20(7,4)	23(8,5)	13(4,8)	20(7,4)	24(8,9)	41(15,2)	49(18,1)	44(16,3)
Mor	13(4,8)	23(8,5)	27(10,0)	30(11,1)	30(11,1)	31(11,5)	36(13,3)	28(10,4)	29(10,7)	23(8,5)
Beyaz	14(5,2)	11(4,1)	72(26,7)	29(10,7)	33(12,2)	30(11,1)	28(10,4)	21(7,8)	13(4,8)	19(7,0)
Siyah	7(2,6)	157(58,1)	31(11,5)	19(7,0)	20(7,4)	16(5,9)	9(3,3)	1(0,4)	3(1,1)	7(2,6)
Mavi	16(5,9)	16(5,9)	23(8,5)	56(20,7)	42(15,6)	34(12,6)	43(15,9)	23(8,5)	7(2,6)	10(3,7)
Sarı	23(8,5)	1(0,4)	5(1,9)	10(3,7)	12(4,4)	25(9,3)	32(11,9)	38(14,1)	59(21,3)	65(24,1)
Laciver	17(6,3)	7(2,6)	48(17,8)	48(17,8)	36(13,3)	30(11,1)	18(6,7)	22(8,1)	33(12,2)	11(4,1)
Yeşil	20(7,4)	11(4,1)	22(8,1)	24(8,9)	37(13,7)	36(13,3)	30(11,1)	24(8,9)	28(10,4)	36(13,3)

Tablo 5’de katılımcılara en çok tercih ettikleri renkler sıralaması sorulmuştur. Sırasıyla 1. Tercih olarak %58,1(157) siyah, 2. Tercih olarak %26,7 (72) beyaz, 3. Tercih olarak %20,7(56) mavi, 4. Tercih olarak %15,6(42) mavi, 5. Tercih olarak %13,3(36) yeşil, 6. Tercih olarak %15,9(43) ile yine mavi, 7. Tercih olarak %16,3(44) oranla kırmızı, 8. Tercih olarak %21,3(59) oranla sarı ve 9. Tercih olarak %24,1(65) oranla yine sarı renk tercih edilmiştir.

Hayatımızda her şeyin içinde var olan, düşünce ve duyguları uyandıran, motivasyonu arttıran, satın alma alışkanlıklarımız üzerinde önemli etkileri olan renkler, işletmelerin de tüketicileri ile görsel iletişimde önemli olan ve çokça üzerinde durduğu, pazarlamada bir mesaj iletme aracıdır. (Mehmeti, 2003, s.121). Günlük hayatın vazgeçilmez parçalarından olan giysilerde kullanılan renkler eski zamanlardan beri bir statü göstergesi olarak ve mesaj iletme aracı olarak kullanılmıştır (Mısırlı, 2008 : 83). Ayrıca günlük hayatımızda giysiler, renkleri en fazla kullandığımız segment olarak karşımıza çıkmaktadır. Renkler, soyut kavramları ve düşünceleri simgeleştiren (sembolize eden), istekleri ve arzuları, dışa vuran; zaman ve mekânı hatırlatan; duygusal ve görsel yanıtlar üretirler; aynı zamanda, kurumsal kimliklerin ve markaların yapıtaşları olarak işlev gösterir; ikna etmede, iletişim kurmada ve bir ürüne insanların ilgisini çekmede renkler önemli bir rol oynamaktadır (Öztuna, 2007).

Tablo 6. Katılımcıların Giyinme Sebepleri

ÖĞRENİM SEBEP	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Moda olduğu için	2	1,0	190	99,0	3	3,8	75	96,2	2,400	0,121
Beğendiğim için	115	59,9	77	40,1	44	56,4	34	43,6	0,278	0,598
Reklamlarda gördüm	3	1,6	189	98,4	0	0,0	78	100,0	1,232	0,267
Beni yansıttığı için	77	40,1	115	59,9	36	46,2	42	53,8	0,834	0,361
Örtünmek için	39	20,3	153	79,7	15	19,2	63	80,8	0,041	0,840

Tablo 6 incelendiğinde; fakültede öğrenim gören öğrencilerin giyinme sebepleri arasında en yüksek oranı &59,9(115) ile beğendikleri için giyindikleri, moda olduğu için giyinmedikleri

de verdikleri hayır cevabı ile %99,0(190) ortaya çıkmıştır. Özellikle çalışan kadınların önemli bir kısmı giysileri eskimediği halde sadece beğendikleri için farklı ve yeni kıyafetleri uygun fiyata buldukları zaman satın aldıkları görülmüştür (Koca ve Çağman, 2012:164). %40,1(77) ile kendilerini yansıttıkları, %20,3(39) ile örtünmek için, %1,6(3) ile reklamlarda gördükleri için ve son olarak da %1,0(2) ile moda olduğu için giyindikleri sonucuna ulaşılmıştır. Yüksekokul öğrencileri ise en çok %56,4(44) ile beğendikleri için %46,2(36) ile kendilerini yansıttığı için, %19,2(15) ile örtünmek için, %3,8(3) ile de moda olduğu için giyinmişlerdir. En az ise 0,0(0) oranla reklamlarda gördükleri için giyinmişlerdir. Reklamlar fakülte ve yüksekokul öğrencilerinde en az etkiye sahip olmuştur.

Buna göre yapılan χ^2 analizi sonucunda katılımcıların giyinme sebepleri dağılımı tablosu ile öğrenim durumları arasında ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 7. Kadınların Giyim Tarzları Nasıl Olmalı

ÖĞRENİM GÖRÜNÜM	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Feminist (Kadınsı)	23	12,0	169	88,0	18	23,1	60	76,9	5,304	0,021
Maskülen	9	4,7	183	95,3	5	6,4	73	93,6	0,335	0,563
Spor	36	18,8	156	81,3	19	24,4	59	75,6	1,076	0,300
Klasik	29	15,1	163	84,9	14	17,9	64	82,1	0,335	0,563
Minimalist	7	3,6	185	96,4	3	3,8	75	96,2	0,006	0,937
Doğal	137	71,4	55	28,6	55	70,5	23	29,5	0,019	0,890

Tablo 7'ye baktığımızda fakültede okuyan kız öğrenciler kadınları en çok %71,4(137) oranla doğal görmek istemiştir. En az ise %3,6(7) oranla minimalist görünmek istemişlerdir. Bu değerleri takiben çoktan en aza doğru %18,8(36) spor, %15,1(29) klasik, %12,0(23) feminist(kadınsı) ve %4,7(9) maskülen görmek istemiştir. Yüksekokullu katılımcılar ise kadınları en çok %70,5(55) doğal, %24,4(19) spor, %23,1(18) feminist(kadınsı), %17,9(14) klasik, %6,4(5) maskülen görmek istemiştir. En az ise 3,8(3) oranla minimalist görmek istemişlerdir. Fakülte ve yüksekokulda okuyan kız öğrenciler kadınları en çok doğal ve spor görmek istemişlerdir.

Yapılan χ^2 sonucunda katılımcılar ile kadınların nasıl görünmesini istersiniz sorusu 0,021 oranla kadınların feminist görünmesi arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 8. Feminizm Kavramının Çağrışımları

FEMİNİZM KAVRAMI	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Eşitlik	106	55,2	86	44,8	37	47,4	41	52,6	1,345	0,246
Özgürlük	69	35,9	123	64,1	31	39,7	47	60,3	0,345	0,557
Cinsellik	16	8,3	176	91,7	4	5,1	74	94,9	0,831	0,362
Erkek Düşmanlığı	55	28,6	137	71,4	27	34,6	51	65,4	0,935	0,334
Marjinallik	20	10,4	172	89,6	4	5,1	74	94,9	1,915	0,166
Sadece Kadınları Temsil Ettiği	74	38,5	118	61,5	27	34,6	51	65,4	0,365	0,546

Tablo 8 incelendiğinde toplamda katılımcılar feminizm kavramının %51,3(143) eşitliği, %37,8(100) özgürlüğü, %6,7(20) cinselliği %31,6(82) erkek düşmanlığını %7,75(24) marjinalliği ve %36,5(101) ile sadece kadınları temsil ettiğini düşünmüştür. En yüksek değerler olarak eşitlik, sadece kadınları temsil ettiği ve özgürlük kavramları çıkmıştır. Fakültelerde öğrenim gören kız öğrenciler ise sırası ile %55,2(106) eşitlik, %38,5(74) sadece kadınları temsil ettiği, %35,9(69) özgürlük, %28,6(55) erkek düşmanlığı, %10,4(20) marjinallik ve %8,3(16) cinselliği çağrıştırdığı görülmüştür. Yüksekokulda okuyanlar için feminizm kavramı sırasıyla %47,4(37) eşitlik, %39,7(31) özgürlük, %34,6(27) erkek düşmanlığı ve sadece kadınları temsil ettiği ve son olarak ise 5,1(4) cinsellik ve marjinalliği çağrıştırdığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 9. Feminizm ve Moda İlişkisi Dağılımı

FEMİNİZM MODA İLİŞKİSİ	Fakülte				Yüksekokul				χ^2	P
	Evet		Hayır		Evet		Hayır			
	S	%	S	%	S	%	S	%		
Feminizm hakkında bilgim var	162	84,4	30	15,6	54	69,2	24	30,8	7,951	0,005
Moda kadınlara yöneliktir	23	12,0	169	88,0	14	17,9	64	82,1	1,671	0,196
Modanın cinsiyeti yoktur	173	90,1	19	9,9	70	89,7	8	10,3	0,008	0,929
Feminizm modayı çağrıştırır	21	10,9	171	89,1	7	9,0	71	91,0	0,230	0,632
Feminizm cinsel ayrımcılıktır	47	24,5	145	75,5	25	32,1	53	67,9	1,626	0,202
Kadınlar her şeyi giyinebilir	116	60,4	76	39,6	45	57,7	33	42,3	0,171	0,679
Erkekler her şeyi giyinebilir	105	54,7	87	45,3	38	48,7	40	51,3	0,793	0,373
Moda kadınları feminist yapar	12	6,3	180	93,8	6	7,7	72	92,3	0,185	0,667

Tablo 9 incelendiğinde en yüksek oranla fakültelerde %90,1(173) “evet” ile modanın cinsiyeti yoktur %93,8(180) “hayır” ile moda kadınları feminist yapar; yüksekokullarda %89,7(70) “evet” ile modanın cinsiyeti yoktur ve %92,3(72) “hayır” ile moda kadınları feminist yapar seçeneği görülmektedir. Fakültede de yüksekokullarda da modanın cinsiyeti yoktur seçeneği 1. Ortak karar olarak çıkmıştır. “Paradoksal bir biçimde 20. yüzyıldan itibaren modanın cinsiyet kimliklerini bulanıklaştırdığından söz edilmektedir. Özellikle Baudrillard modanın “cinsiyetsiz” olduğu görüşünü vurgular” (Evecen, 2015: 219). En düşük değerler ise fakültede %6,3(12) ile moda kadınları feminist yapar %10,9(21) feminizm modayı çağrıştırır olurken yüksekokullarda %7,7(6) moda kadınları feminist yapar ve %9,0(7) feminizm modayı çağrıştırır çıkmıştır. Fakültelerde en yüksek “evet” değerine sırası ile %84,4(162) değerle feminizm hakkında bilgim var, %60,4(116) değerle kadınlar her şeyi giyinebilir, %54,7(105) değerle erkekler her şeyi giyinebilir çıkmıştır. Fakültelerde en yüksek “hayır” değerine en yakın cevaplar olarak %89,1(171) ile feminizm modayı çağrıştırmadığı, %88,0(169) değerle modanın kadınlara yönelik olmadığı, %75,5(145) değerle feminizmin cinsel ayrımcılık olmadığı düşüncesi ortaya çıkmıştır. Fakültede okuyan kız öğrenciler kadınların ve erkeklerin istediği her şeyi giyinebileceğini ve modanın cinsiyetinin olmadığını düşünmektedir. Feminizm hakkında bilgileri vardır ve feminizmin cinsel ayrımcılık olmadığını düşünmüşlerdir. Modanın sadece kadınlara yönelik olmadığını ve modanın kadınları feminist yapmadığını düşünmüşlerdir. Yüksekokulda modanın cinsiyeti yoktur seçeneği %89,7(70) ile en yüksek değerden sonra sırasıyla %69,2(54) değerle feminizm hakkında bilgim var, %57,7(45) değerle kadınlar her şeyi giyinebilir ve %48,7(38) erkekler her şeyi giyinebilir seçeneği ortaya çıkmıştır. Yüksekokullarda en yüksek

%91,0(71) değerle feminizm modayı çağrıştırmaz, %82,1(164) değerle moda kadınlara yönelik değildir, %67,9(53) değerle feminizm cinsel ayrımcılık değildir seçeneği takip etmiştir.

Feminizm ve moda ilişkisi tablosunda feminizm hakkında bilgim var şıkkı ile fakülte ve yükseköğretim öğrencileri bağımsız değişkeni arasında **0,005** değerle anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 10. Moda ve Feminizm ile ilgili Yargılar

ÖĞRENİM DURUMLARI	1		2		3		χ^2	P
	Fakülte	Yükseköğretim	Fakülte	Yükseköğretim	Fakülte	Yükseko		
	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)		
Moda insanları güzelleştirir.	92(47,9)	29(37,2)	22(11,5)	12(15,4)	78(40,6)	37 (47,4)	2,710	0,258
Moda özgürleştirir.	93(48,4)	28(35,9)	33(17,2)	12(15,4)	66(34,4)	38(48,7)	5,017	0,081
Kadınlar baskı altında giyinmemeli.	18(9,4)	14(17,9)	10(5,2)	3(3,8)	164(85,4)	61(78,2)	4,000	0,135
Kıyafetlerimi çevreye göre	112(58,3)	42(53,8)	28(14,6)	8(10,3)	52(27,1)	28(35,9)	2,429	0,297
Feminizme inanıyorum.	59(30,7)	24(30,8)	55(28,6)	27(34,6)	78(40,6)	27(34,6)	1,166	0,558
Feminizm insanları	70(36,5)	22(28,2)	42(21,9)	27(34,6)	80(41,7)	29(37,2)	4,908	0,086
Feminist kadınlar özgür	65(33,9)	19(24,4)	58(30,2)	31(39,7)	69(35,9)	28(35,9)	3,137	0,208
İnançlarım kıyafet seçimimi etkiler.	39(20,3)	20(25,6)	16(8,3)	8(10,3)	137(71,4)	50(64,1)	1,373	0,503
Feminizm özgürlüktür.	67(34,9)	25(32,1)	57(29,7)	30(38,5)	68(35,4)	23(29,5)	2,036	0,361
Feminist kadınlar modayı takip ederler	82(42,7)	21(26,9)	88(45,8)	42(53,8)	22(11,5)	15(19,2)	6,808	0,033
Feminizmi gereksiz	93(48,4)	24(30,8)	49(25,5)	33(42,3)	50(26,0)	21(26,9)	9,159	0,010
Moda insanları	82(42,7)	25(32,1)	51(26,6)	29(37,2)	59(30,7)	24(30,8)	3,700	0,157
Modayı takip edince kendimi iyi	88(45,8)	27(34,6)	52(27,1)	20(25,6)	52(27,1)	31(39,7)	4,574	0,102
Kıyafetlerimde cep olsun	23(12,0)	12(15,4)	20(10,4)	11(14,1)	149(77,6)	55(70,5)	1,522	0,467
Topuklu ayakkabı giyinmeyi	60(31,3)	17(21,8)	31(16,1)	16(20,5)	101(52,6)	45(57,7)	2,612	0,271
Kadınlar dikkat çekici	106(55,2)	41(52,6)	51(26,6)	21(26,9)	35(18,2)	16(20,5)	0,227	0,893
Kıyafetlerim düşüncelerimi ve hislerimi yansıtsın isterim	27(14,1)	12(15,4)	20(10,4)	16(20,5)	145(75,5)	50(64,1)	5,309	0,070
Feminizmi sadece televizyonda	104(54,2)	32(41,0)	47(24,5)	28(35,9)	41(21,4)	18(23,1)	4,580	0,101
Feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıyorum	57(29,7)	24(30,8)	53(27,6)	32(41,0)	82(42,7)	22(28,2)	6,224	0,045
Giysilerimin hareketlerimi kısıtlamasını istemem	18(9,4)	13(16,7)	14(7,4)	9(11,5)	160(36,3)	56(71,8)	4,666	0,097
Giysiler kadınların vücut hatlarını ortaya çıkarmalı.	134(69,8)	49(62,8)	37(19,3)	18(23,1)	21(10,9)	11(14,1)	1,261	0,532
Kadınlar günümüzde maskülen giyinmelidir	72(37,5)	27(34,6)	93(48,4)	41(52,6)	27(14,1)	10(12,8)	0,379	0,828
Kadınlar günümüzde feminist giyinmelidir	96(50,0)	34(43,6)	73(38,0)	37(47,4)	23(12,0)	7(9,0)	2,131	0,345

1= Katılıyorum, 2= Fikrim Yok, 3= Katılıyorum

Tablo 10 incelendiğinde; Fakültelerde okuyan kız öğrenciler %47,9(92) ile moda insanları güzelleştirir, %48,4(93) değerle moda özgürleştirir, %58,3(112) değerle kıyafetimi çevreye göre seçiyorum. %48,4(93) değerle feminizmi gereksiz buluyorum, %42,7(82) değerle moda insanları sıradanlaştırır. %45,8(88) değerle modayı takip edince kendim iyi hissediyorum, %55,2(106) değerle kadınlar dikkat çekici giyinmeli, %54,2(104) değerle feminizmi sadece televizyonda gördüğüm kadar biliyorum. %69,8(134) değerle giysiler kadınların vücut hatlarını ortaya çıkarmalı, %50,0(96) değerle de kadınlar günümüzde feminist giyinmelidir yargılarına “katılmıyorum” cevabını vermişlerdir. Modanın insanı güzelleştirdiğine ve özgürleştirdiğine katılmamışlardır. Feminizmi gerekli bulmuşlardır. Modanın insanı sıradanlaştırdığına inanmamışlardır. Kadınların dikkat çekici giyinmemesi gerektiğini ve vücut hatlarını ortaya çıkarmaması gerektiği düşünülmüştür. Yüksekokullarda okuyan kız öğrenciler en yüksek değerlerde %62,8(49) değerle giysiler vücut hatlarına oturmamalı, %53,8(42) değerle kıyafetlerimi çevreye göre seçiyorum, %52,6(41) değerle kadınlar dikkat seçici giyinmelidir yargılarını “katılmıyorum” olarak işaretlemişlerdir. Kıyafet konusunda rahatlıktan yana oldukları ve sıradan giyinmeyi tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Kıyafetlerini çevreye göre değil kendi tercihlerine göre giyinmektedirler. Avrupalı kadınların sorunlu ve zorlamalı kıyafetleri reddi ile Paul Poiret’in rahat giyimi keşfetmesiyle bir daha geri adım atmamışlar ve rahat giyimi özgürlükle birleştirmişlerdir. Bu giyim doğal ve rahat bir kesimle hatları belli etmeyen bir formdadır (Şahin, 2016: 386).

Fakülteye devam eden kız öğrenciler %45,8(88) ile feminist kadınları modayı takip ederler, %48,4(93) ile kadınlar günümüzde maskülen giyinmelidir yargılarını “fikrim yok” olarak cevaplamışlardır. Buradan da anlaşıldığı gibi fakülte öğrencilerinin maskülen giyim ve feminist kadınların giyimleri hakkında bilgi sahibi olmadıkları ortaya çıkmıştır. Yüksekokula devam eden kız öğrenciler en yüksek oranlarda %38,0(73) değerle kadınlar feminist giyinmelidir. %30,2(58) değerle feminist kadınlar özgür giyinirler, %28,6(55) feminizme inanıyorum. %29,7(47) değerle feminizm özgürlüktür. %27,6(53) feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıyorum. %27,1(52) modayı takip edince kendimi iyi hissediyorum, %26,6(51) değerle moda insanları sıradanlaştırır ve kadınlar dikkat çekici giyinmeli, %25,5(49) değerle feminizmi gereksiz buluyorum, %24,5(47) değerle feminizmi sadece televizyonda gördüğüm kadar biliyorum cevabına “fikrim yok” olarak yanıt vermiştir. Feminizmin kadın haklarını koruduğu hakkında ve feministlerin nasıl giyindiği ya da giyinmek istedikleri hakkında fikirleri yoktur. Modanın insanı sıradanlaştırdığı, modayı takip edince iyi hissedip hissetmedikleri hakkında da yargılarını “fikrim yok” olarak işaretlemişlerdir.

Fakültede okuyan kız öğrenciler verdikleri cevaplarda %85,4(164) kadınlar baskı altında giyinmemeli. %40,6(78) feminizme inanıyorum, %41,7(80) feminizm insanları eşitler, %35,9(69) feminist kadınlar özgür giyinirler, %71,4(137) inançlarım kıyafet seçimlerimi etkiler, %35,4(68) feminizm özgürlüktür, %77,6(149) kıyafetlerimde cep olsun isterim, %52,6(101) topuklu ayakkabı giyinmeyi severim, %75,5(145) kıyafetlerim düşüncelerimi ve hislerimi yansıtsın isterim, %42,7(82) feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıyorum, %36,3(160) giysilerimin hareketlerimi kısıtlamasını istemem yargılarına “katılıyorum” cevabını vermişlerdir. Bu sonuçtan da kadınlar kıyafetlerinde cep olmasını istediği ve kıyafetin hareketlerini kısıtlamasını istemediğini belirtmiştir. Feminizme inandıkları, feminizmi insanları ve giyimleri özgür kıldığını ve kadın haklarını koruduğuna inandıklarını belirtmişlerdir. Yüksekokulda okuyan kız öğrenciler en yüksek oranlarda sırasıyla %78,2(61) ile kadınlar baskı altında giyinmemeli, %71,8(56) ile giysilerimin hareketlerimi engellemesini istemem, %70,5(55) kıyafetlerimde cep olsun isterim, %64,1(50) inançlarım kıyafet seçimimi etkiler ve kıyafetlerim düşüncelerimi, hislerimi yansıtsın isterim yargılarına “katılıyorum” cevabını vermişlerdir. Bir feminist dergisi

olan 'Pazartesi' dergisinin 1995 basımı 2. sayısında pantolon ve cep arasındaki ilişkiye feminist bir bakış açısı ile bakılmıştır: “ Bu cep meselesi öyle küçük bir ayrıntı değil, erkeklerle aramızdaki önemli bir fark diye düşünüyorum. Siz, hiç bir erkek giysisinde cep görüntüsü veren fakat cep olarak kullanılmayan bir şey gördünüz mü? Yoktur. -Belki çok satmayan bir iki modelde bulunabilir, ama önemli olan cebin esas olmasıdır - “ (Asuman, 1995: 13). Tasarımlarda kullanılan detaylar ve süslemeler bile kadın ile erkek arasında bir görünmez farklılık yaratmaktadır.

Yapılan χ^2 sonucunda öğrencilerin moda ve feminizm yargılarına katılımları incelendiğinde 0,033 ile feminist kadınların modayı takip ettiği, 0,010 ile feminizmin gereksiz bulunduğu, 0,045 ile feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıldığı yargıları ile fakülte ve yükseköğretim düzeyleri arasında anlamlı ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Sonuç

Yapılan literatür taraması ile moda ve feminizm arasında bir bağ olduğu görülmüştür. Feminizm öncesi kadınlar sosyal konumunun farkında olmadıkları ve giyinmelerinin rahat, sağlıklı ve hareket kolaylığı sağlamadığı ama feminizmden sonra farkındalık düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Araştırma bağlamında yer alan katılımcılara ilişkin demografik özelliklere baktığımızda katılımcıların yaş aralığının 18 ile 29 yaş olduğu ortalama yaşın 23 olduğu, en fazla ise 19 yaş grubundan öğrencinin araştırmaya katılmış olduğu tespit edilmiştir. Toplamda 20 farklı fakülte ve yükseköğretime ulaşılmıştır. En fazla Sağlık Bilimleri Fakültesine ulaşılmıştır. 192 kişi fakülte, 78 kişi de yükseköğretim düzeyindedir.

Yapılan anket sonucuna göre tablo 1’de moda kavramının neyi çağrıştırdığı adlı tabloda moda kavramı ile stil kavramı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Moda kavramı size neyi çağrıştırıyor sorusuna fakültede ve yükseköğretimde okuyan kız öğrenciler en yüksek değerle “stil” cevabını vermişlerdir. Fakülte katılımcıları da yükseköğretim katılımcıları da stil kavramından sonra en çok “farklılık” kavramının modayı çağrıştırdığını düşünmüşlerdir.

Moda ve takip adlı 2. tabloda katılımcı kız öğrenciler modayı takip ederim ve moda takip edilmelidir sorusuna fakültedeki kız öğrenciler modayı takip ederim cevabını verirken yükseköğretimdeki kız öğrenciler moda takip edilmelidir diye cevap vermişlerdir. Fakülte ve yükseköğretime modayı takip ederim arasında anlamlı ilişki vardır.

Tablo 3’te kız öğrencilerin kıyafet alırken etkilendikleri durumlar arasında sıraya göre; hayat görüşü, dini görüş, sosyal ortam, moda oluşu, feminizmi çağrıştırmaması, aile etkili olmuştur. Tablo 3’te fakültedeki ve yükseköğretimdeki kız öğrenciler kıyafet alırken en çok hayat görüşlerinden etkilenebilmektedir. En az ise feminizmi çağrıştırmaması seçilmiştir. Fakülte ve yükseköğretim kız öğrencilerinin tercihlerine bakıldığında öğrencilerin kıyafet alırken etkilendikleri durum ile aile arasında anlamlı ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4’te en çok tercih edilen kıyafet sıralamasında tercih sırasına göre 1. Pantolon, 2. tişört 3. Bluz ve gömlek, 4. ve 5. Elbise, 6. Tulum elbise çıkmıştır. Takım elbise ise en az tercih edilmiştir.

Tablo 5’de en çok tercih edilen renk sıralamasında en çok tercih edilen renk sıralaması sırasıyla 1. Siyah, 2. Beyaz, 3.ve 4. Mavi, 5. yeşil, 6. mavi, 7. Kırmızı, 8. ve 9. Sarı olmuştur.

Tablo 6’da Fakülte öğrencilerinin giyinme sebepleri arasında en çok beğendikleri için giyindikleri anlamı çıkmıştır. Sonraki en yüksek değerle kendilerini yansıttıkları için

giyinmişlerdir. Sonrasında örtünmek için, reklamlarda gördüğü için ve son olarak da moda olduğu için giyindiklerini belirtmişlerdir.

Kadınlar nasıl görünmelidir adlı 7. tabloya baktığımızda fakülte ve yüksekokullarda öğrenim gören kız öğrenciler kadınları en çok spor ve doğal giyim tarzı ile görmek istemişlerdir. Elegan, şık, sade olmak yerine spor ve doğal görmek istemişlerdir. Kadınların feminist(kadınısı) görünmesi ile kadınları nasıl görmek istedikleri arasında anlamlı ilişki vardır. Kadınları feminen görmek istemişler ama tercihlerini spor ve doğal giyimden yana kullanmışlardır.

Feminizm neyi çağırıyor adlı 8. tabloda katılımcılar toplam değerinde eşitlik, özgürlük, kadınları temsil ettiği ve erkek düşmanlığı kavramlarının feminizmi çağırıldığını savunmuşlardır. Yüksek oranda sadece kadınları temsil ettiği ile eşitlik ve özgürlük kavramları birbirine yakın çıkmıştır. Buda feminizmi bilenler kadar bilmeyenlerinde olduğunu göstermektedir.

Feminizm ve moda ilişkisinin ölçüldüğü tablo 9'da fakültelerde de yüksekokullarda da modanın cinsiyetinin olmadığı kavramı 1. çıkmıştır. Erkeklerin de kadınların da istediğini giyinebileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır. Fakülte ve yüksekokullarda en yüksek değer moda ve feminizm arasında bir bağ olduğunun yargısıdır. Moda ve feminizm arasında olan bağ bilinmemektedir. Feminizmi biliyor musunuz sorusuna evet değeri yüksek çıkmıştır ancak Tablo 8'a dönüldüğünde en yüksek değerle arasında feminizmin sadece kadınları temsil ettiği ve cinselliği kavramları da yüksek bir oranda ortaya çıkmıştır. Öğrenciler ile feminizm ve feminizm hakkında bilgin var arasında anlamlı ilişki ortaya çıkmıştır.

Tablo 10'de en yüksek değerle giysiler kadınların vücut hatlarını ortaya çıkarmamalı, kıyafetimi çevreye göre seçiyorum, kadınlar dikkat çekici giyinmeli, feminizmi sadece televizyonda gördüğüm kadar biliyorum, kadınlar günümüzde feminist giyinmelidir "katılmıyorum" çıkmıştır. Kıyafetlerin rahat giyinmekten yana olduğu, tercihlerini çevreye göre değil kendi düşünceleri ve hislerine göre seçtiklerine, feminizmi televizyonda gördükleri kadar değil başka yerlerden de bildikleri yargıları ortaya çıkmıştır. Modanın insanı güzelleştirdiğine ve özgürleştirdiğine katılmamışlardır. Feminizmi gerekli bulmuşlardır. Modanın insanı sıradanlaştırdığına inanmamışlardır. Yüksekokullarda okuyan kız öğrenciler kıyafetler vücut hatlarına oturmamalı, kıyafetimi çevreye göre seçiyorum, kadınlar dikkat çekici giyinmelidir, düşüncelerine "katılmıyorum" olarak yanıt vermişlerdir. Kıyafet konusunda rahatlıktan yana oldukları ve sıradan giyinmeyi tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Kıyafetlerini kendi tercihlerine göre giyinmektedirler. Şahin bu konuda Avrupalı kadınların sorunlu ve zorlamalı kıyafetler yerine rahat giyimi tercih ettikleri ve rahat giyimin özgürlükle buluştuğuna inandıklarını dile getirmiştir.

Fakülteye devam eden kız öğrenciler feminist kadınlar modayı takip eder ile kadınlar maskülen giyinmelidir yargılarına "fikrim yok" demişlerdir. Anlaşıldığı gibi maskülen ve feminist giyim hakkında bilgi sahibi değillerdir. Yüksekokula devam eden kız öğrenciler kadınların feminist giyinmesine, feminist kadınların özgür giyinmesine, feminizme inanıyorum, feminizm özgürlüktür, feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıyorum, modayı takip edince kendimi iyi hissediyorum, moda insanları sıradanlaştırır, kadınlar dikkat çekici giyinmeli ve feminizmi gereksiz biliyorum yargılarına "fikrim yok" yanıtını vermişlerdir. Bu sonuçtan da aslında feminizmi tam bilmedikleri yargısı ortaya çıkmıştır. Feminizmin kadın haklarını koruduğu ve feministlerin nasıl giyindiği ve giyinmek istedikleri hakkında fikirleri yoktur. Kadının konumunun o günden bugüne nasıl değişerek var olduğunun bilincinde değillerdir.

Fakültede okuyan kız öğrenciler verdikleri cevaplarda en fazla kadınlar baskı altında giyinmemeli, feminizme inanıyorum, feminizm insanları eşitler, feminist kadınlar özgür giyinirler, inançlarım kıyafet seçimlerimi etkiler, feminizm özgürlüktür, kıyafetlerimde cep olsun

isterim, topuklu ayakkabı giyinmeyi severim kıyafetlerim düşüncelerimi ve hislerimi yansıtsın isterim, feminizmin kadın haklarını koruduğuna inanıyorum, giysilerimin hareketlerimi kısıtlamasını istemem yargılarına “katılıyorum” cevabını vermişlerdir. Yüksekokulda okuyan kız öğrenciler en yüksek oranlarda sırasıyla kadınlar baskı altında giyinmemeli, giysilerimin hareketlerimi engellemesini istemem, kıyafetlerimde cep olsun isterim, inançlarım kıyafet seçimimi etkiler ve kıyafetlerim düşüncelerimi, hislerimi yansıtsın isterim yargılarına “katılıyorum” cevabını vermişlerdir.

Yapılan x kare testi sonucuna göre feministe kadınların modayı takip ettiği, feminizmin gereksiz bulunduğu ve feminizmin kadın haklarını koruduğu hakkında anlamlı ilişki ortaya çıkmıştır. Feminizme inananlar kadar inanmayanların olduğu görülmüştür.

Çalışma Cronbach Alpha Testi göre güvenilirlik ve geçerlik açısından 0,715 değerle güvenilir çıkmıştır.

Kaynaklar

- Ağaç, Saliha vd. (2015). Cumhuriyet'ten Günümüze Kadın Giyim Kültüründeki Değişimler Üzerine bir Araştırma. Dergi Park.
- Akdeniz, Nalân (1990). Sosyalist Feminist KAKTÜS. İstanbul: K Yayınları. Sayı: 11
- Aktepe, Şöhret (2013). Moda ve Tekstil Tasarımı Sürecinde Sanat / Sanatçı İlişkisi. Akdeniz Sanat Hakemli Dergi, Cilt 4, Sayı 7, Antalya
- Antmen, Ahi (2010). Sanat/Cinsiyet Sanat Tarihi ve Feminist Eleştiri (2. Baskı). İstanbul: İletişim Yayınları. (Çev. Esin Soğancı- Ahi Antmen)
- Aslan, Yunus (2016). Türkiye’ de Feminizm Düşüncesinin İmkânı. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale.
- Ataman, Muhittin (2009). Feminizm: Geleneksel Uluslararası İlişkiler Teorilerine Alternatif Yaklaşımlar Demeti. Uluslararası İlişkiler Akademik Dergisi, Alternatif Politika, Cilt. 1, Sayı. 1, 1-41, Nisan.
- Barbarosoğlu, Fatma (1997). Modernleşme Sürecinde Moda ve Zihniyet. İstanbul. İz Yayıncılık.
- Bat, Mikail (2008). Moda Oluşturma Sürecinde Stratejik Planlama ve Halkla İlişkilerin Rolü. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Crane, Diana (2003). Moda ve Gündemleri (1.Baskı). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Çeliksap, Sefa (2015). Giyim ve Modanın Kısa Öyküsü. Dergi Park, 1, 57-64.
- ÇETİN, Kamile (2016). “Kadın Tüketicilerin Giysi Satın Alma Davranışları Ve Marka Bağımlılığı”, Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Y.2016, C.2, S.2, s.22-40.
- Çivitçi, Şule ve Ağaç, Saliha (2009). Altmış Yaş ve Üzeri Yaşlı Kadınların Giysi Satın Alma Davranışları Üzerine Bir Araştırma. Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi, (1), 30-47.
- Çivitçi, Şule ve Yıldız, Şerife (2012). Hazır Giyim Alışverişi Yapan Müşterilerin Anlık Satın Alma Davranışları. Selçuk Üniversitesi Akşehir Meslek Yüksekokulu Sosyal Bilimler Dergisi, 3, 23-32.
- Dereci, Vildan Tok (2017). “Giysi Tasarım Alanında Moda Eğilim Öngörülerini Anlama üzerine”, Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 59 Ocak - şubat 2017 Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – KIRGIZİSTAN
- Donovan, Joseptine (1997). Feminist Teori (11. Baskı). İstanbul: İletişim Yayınları (Çev. Aksu Bora, Meltem Ağduk Gevrek, Fevziye Sayılan).
- Emin, Muhammed (1994). Feminizm (1.Baskı). Bursa: Özel Matbaacılık.

- Er, Dilek (2011). Fatma Aliye(Topuz) Hanım(1862-1936) ve Kadının Toplumdaki Yeri Hakkındaki Fikirleri. Fırat Üniversitesi, e-Journal of New World Sciences Academy, cilt:6 sayı:2
- Ersen, Leyla Nuran (2010). Feminist Sanatın Kadın Sanatçılara Etkisi: Miriam Schapiro, Tracey Emin Ve Andrea Dezsö Örnekleri Üzerinden Kadın Zanaatı/Sanatı. Yedi, DEÜ GSF Dergisi, Sayı 4, 2010, Sayfa 73 – 78
- Ersoy Çak, Ş. (2010). Toplumsal Cinsiyet ve Feminizm Teorileri Bağlamında Türkiye’deki Reklam Filmleri Ve Popüler Müzik Videoları. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, Sayı 4, Sayfa 101 - 110
- Ertürk, Nilay vd., (2013). Moda Tasarım (1. Baskı). Eskişehir:Anadolu Üniversitesi Web-Odset Tesisleri.
- Evecen, Arzu (2015). Baudrillard’dan Modern Toplumlara Özgü Bir Moda Kavramı Çözümlemesi. Sosyal Bilimler Dergisi, 5, 216-226.
- Göl, Nuray (2010). Türkiye’ de Kadın Hareketine Ka-Der (Kadın Adayları Destekleme ve Eğitim Derneği) Bağlamında Bir Bakış. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gürcüm, Banu Hatice ve Arslan, Arzu (2017). 19. Yüzyıl Süfraj Hareketinde Sessiz Direnişin Sembolü Olarak Reform Kıyafeti, İdil Dergisi, Cilt 6, Sayı 32, Volume 6, Issue 32
- Gürhan, Nazife (2010). Toplumsal Cinsiyet ve Din. Artuklu Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji Bölümü, e-Şarkiyat İlmi Araştırmalar Dergisi - ISSN: 1308- 9633 Sayı: IV, Kasım, Mardin
- İmre, Meryem H. (2016). Tarihsel Gelişim İçerisinde İnsan, Moda, Ayakkabı İlişkisi. Dergi Park, 2, 189-204.
- Kanbir, Figen (2017). Türkiye Cumhuriyeti’ nde Kadın Hareketleri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, cilt.21, Sayı.1, s. 2100-224.
- Kaya, Kamil ve Oğuz, Zekavet Nuran (2010).Üniversite Gençliğinin Alışveriş Tercihlerinde Tüketim Kültürünün Rolü. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22, 147-164.
- Koca, Emine ve Çağman, Deniz Sinan (2012).Kullanılmayan Giysilerin Değerlendirilmesinde Çalışan Kadınların Ekolojik Yaklaşımları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi. 27, 159-169.
- Konan, Belkıs (2011). Türk Kadının Siyasi Hakları Kazanma Süreci. “Türk Kadınının Siyasal Hakları Kazanma Süreci. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt. 60, Sayı.1, s. 157-174.
- Koray, Mehmet (2011). Avrupa Birliği Ve Türkiye’de Cinsiyet Eşitliği Politikaları: Sol-Feminist Bir Eleştiri. Çalışma ve Toplum Dergisi, 2, 13-54.
- Mavi, İbrahim (2012). İktidar ve Beden: Türkiye’ de Başörtüsü Sorunu. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Mehmeti N., (2003). Kurum Kültürünün Kurum Kimliğine, Ürün Kimliğine ve Ambalaj Tasarımına Yansıması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul: 2003.
- Mısırlı, İrfan (2008). Genel ve Teknik İletişim Kavram, İlkeler, Uygulamalar. Ankara: Detay Yayın.
- Neves, Püşper (2006). 3. Dalga İle Feminizm Tarihi, <https://www.anarkismo.net/article/4070>
- Öztuna, H.Y. (2007). "Temel Tasarım Öğeleri: Renk", Grafik Tasarım – Görsel İletişim Kültürü Dergisi Sayı: 8
- Öztürk, Emine (2003). Türk Kadınının Feminizme Bakış Açısı (Erzurum Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Özdamar,K., (2002). Paket Programları ile İstatiksel Veri Analizi, Eskişehir
- Özdoğan, Şakir (2010). Feminist Sanata İki Farklı Yaklaşım: Gerilla Kızlar ve Cindy Sherman. Sanat ve Tasarım Dergisi, Sayı: 6
- Polat, Gülşah ve Arslan, Yüceer Halime(2015).Kadınların Pantolon Giyinmelerine İlişkin Kişilerin Dini Açından Görüşlerinin İncelenmesi. Akademik Bakış Dergisi. 47, 63-70.

- Sezer, Ayten “Türkiye’deki ilk Kadın Milletvekilleri ve Meclisteki Çalışmaları.” <http://www.ait.hacettepe.edu.tr/akademik/arsiv/kadin.htm>
- Sproles,G.B.& Burns,L.D. (1994).Changing appearances: Understanding dress in contemporary society. New York, Fairchild
- Sünbül, Ali Murat (2004). Düşünme Stilleri Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirliliği. Eğitim ve Bilim Dergisi, 132,25-42.
- Şahin, Yüksel (2009). Müsahipzade Celal’ in Moda İllüstrasyonları (20. Yüzyıl başlarında Türkiye’ de Moda Çizimleri Üzerine). Süleyman Demirel Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi. Cilt:2, sayı: 3.
- Şahin, Yüksel (2016). Geleneksek Türk Giyim Kültürü ve 20. Yüzyıl Modasının Kesişme Noktası: Geometrik Kesim. Güzel Sanatlar Dergisi Sanat Dergisi. 17, 376-390.
- Şerbetçi, Didem (2013). Postkolonyal Feminizm Bağlamında “Kültürel Kız Kardeşlik” Kavramının İncelenmesi: Hindistan Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Terlikli, Serap (2013). 1850 ve 1950 Yılları Arasın Batı Toplumlarında Sanat, Toplumsal Yapı ve Moda Etkileşimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Thomas, R. M. (1998). Conducting educational research: A comparative view. West Port, Conn: Bergin & Garvey.
- Tür, Özlem ve Aydın Koyuncu, Çiğdem (2013). Feminist Uluslararası İlişkiler Yaklaşımı: Temelleri, Gelişimi, Katkı ve Sorunları. Uluslararası İlişkiler Akademik Dergisi, Cilt 7, Sayı 26, s. 3-24.
- Türkoğlu, Emine (2015). Uluslar arası İlişkiler Kuramında Feminizm, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Üstün, Gülçin (2011). Cumhuriyetten Günümüz Toplumda ve Çalışma Hayatında Kadın, Giysilerdeki Değişimler ve Moda Faktörü, Gazi Üniversitesi, e-Journal of New World Sciences Academy, Cilt: 6, sayı: 1
- Vural, Deniz (2014). “Viktoryan Dönemi Kıyafet Reformu” Robert Kolej Tarih Dergisi 11,41-43. https://issuu.com/rctarih/docs/tarih_magazine_-_may_2014
- Yağlı, Soner (2013). Gündelik Hayatın Bir Alanı Olarak Moda Aracılığıyla Kültürün Yeniden İnşası, Akdeniz Sanat Hakemli Dergi, Cilt 4, Sayı 7. Antalya
- Yapar Gönenç, Aslı (2006). Fransa’da ve Türkiye’de Kadın Hareketleri, İletişim Fakültesi Dergisi, İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Gazetecilik Bölümü, Dergi Park, sayı: 27
- Yıldız, Şerife (2015). Gotik Dönem Mimarisi ve Dönem Giysi Tasarımlarına Etkisi, Dergi Park

E-Kaynak

- Akgül, Deniz ve Güneş, Vildan(2015). https://www.researchgate.net/profile/Deniz_Akguel2/publication/301695624_RENKLER_ANLAMLARI_VE_MARKA_BILINIRLIGI_UZERINDEKI_ETKISI_KIRSEHIR_ORNEGI_COLORS_MEANINGS_AND_THE_EFFECT_ON_BRAND_AWARENESS_THE_CASE_OF_KIRSEHIR/links/57233d9e08ae262228aa62bd.pdf. Erişim Tarihi: 21.01.2018. Erişim Tarihi: 01.03.2018.
- Akzambak, Simge. <http://www.trendus.com/fotohaber/diorun-feminist-tisortu-36227/1>, Erişim Tarihi: 29.07.2017.
- Altındal, Aytun. “Türkiye’de Kadın”. <http://akademikperspektif.com/2013/12/31/feminizm-ve-uluslararasi-iliskiler/>, Erişim Tarihi: 29.12.2017.
- Blaxter, L., Hughes, C. And Tight, M., 1996. How to Research, Open University Press,Buckingham / Philadelphia.
- Büyüköztürk, Ş. (2005). Anket geliştirme. <http://dergipark.gov.tr/tebd/issue/26124/275190> pdf adresinden alınmıştır.s.133-151
- Camp, C. <http://art160sxu.blogspot.com.tr/2010/04/frida-and-me.html>, Erişim Tarihi: 03.10.2017.

- Candan, Çiğdem. http://bloggermaisiyah.blogspot.com.tr/2016/02/rokoko-stili_11.html, Erişim Tarihi: 01.06.2017.
- Haylord, C. Alice. <https://tr.pinterest.com/pin/498703358720707968/?lp=true>, Erişim Tarihi: 11.07.2017.
- Greenberger, Alex. <http://www.artnews.com/2015/06/23/miriam-schapiro-pioneering-feminist-artist-dies-at-91>, Erişim Tarihi: 17.12.2017.
- Keskin, Naz. http://nazkesinn.blogspot.com.tr/2013/02/moda-tarihi-ve-donemleri_14.html, Erişim Tarihi: 30.07.2017.
- Kocaer, Emel. <https://gaiadergi.com/tarihi-bir-trajedi-lotus-ayakli-kadinlar/>, Erişim Tarihi: 13.10.2017.
- Koray, Meryem. “Feminist Bir Eleştiri”. <http://calismatoplum.org/sayi29/koray.pdf>, Erişim Tarihi: 21.11.2017.
- Kumar, R. 1999. Research Methodology. Sage Publications, London.
- Lepojev, Ivana. https://twitter.com/ivanalepojev/status/610771438652551168/photo/1?ref_src=twsrc%5Etfw&ref_url=https%3A%2F%2Fonedio.com%2Fhaber%2Fcin-de-hayatta-kalan-ayaklari-baglanmis-son-kadinlar-hakkinda-her-sey-531740, Erişim Tarihi: 05.09.2017.
- Lovin, Gina. <https://tr.pinterest.com/pin/440226932306149816/>, Erişim Tarihi: 19.11.2017.
- Mumcu, Melisa. <https://gaiadergi.com/tamami-kadinlardan-olusan-ilk-radyo-istasyonu-wherein-hikayesi/>, Erişim Tarihi: 10.12.2017.
- Pinçe, Damla. <https://onedio.com/haber/cin-de-hayatta-kalan-ayaklari-baglanmis-son-kadinlar-hakkinda-her-sey-531740>, Erişim Tarihi: 07.08.2017.
- Püşper, Neves. “3. Dalga İle Feminizm Tarihi”. http://www.anarkismo.net/newswire.php?story_id=4070, Erişim Tarihi: 14.10.2017.
- Sezer, Ayten. “Türkiye’deki ilk Kadın Milletvekilleri ve Meclisteki Çalışmaları.” <http://www.ait.hacettepe.edu.tr/akademik/arsiv/kadin.htm>, Erişim Tarihi: 12.12.2017.
- Sirera, Lindsey. <https://hellogiggles.com/fashion/feminist-t-shirts-for-international-womens-day/>, Erişim Tarihi: 24.10.2017.
- Toksoy, Fatma. <https://fmecmua.wordpress.com/2015/01/28/sinirsiz-ozgurlukler-icinde-kac-goc/>, Erişim Tarihi: 08.08.2017.
- Türkiye’ de Kadın. <https://kadinistatusu.aile.gov.tr/uygulamalar/turkiyede-kadin>, Erişim Tarihi: 11.09.2017.
- Uçar, Gamze. <http://vintage-peony.blogspot.com.tr/2010/02/korsenin-tarihcesi.html>, Erişim Tarihi: 10.12.2017.
- Vardar, Naz. <http://www.radikal.com.tr/hayat/tarihin-en-tehlikeli-moda-trendleri-1415982/>, Erişim Tarihi: 02.12.2017.
- <https://victorianparis.files.wordpress.com/2012/01/crinoline1.jpg>, Erişim Tarihi: 02.07.2017.
- <https://www.saatchiart.com/JoFarrell>, Erişim Tarihi: 17.07.2017.
- <https://i.pinimg.com/736x/a8/da/11/a8da111e2ff20b3249e7fd1f16507375.jpg>, Erişim Tarihi: 9.11.2017.
- <https://www.britannica.com/biography/Amelia-Bloomer>, Erişim Tarihi: 10.07.2017.
- <https://slipintosomethingvictorian.wordpress.com/2009/01/13/civil-war-hero-mary-edwards-walker-md/>, Erişim Tarihi: 29.11.2017.
- <http://www.pazartesidergisi.com/pdf/5.pdf>, Erişim Tarihi: 02.07.2017.
- <http://www.pazartesidergisi.com/pdf/2.pdf>, Erişim Tarihi: 03.07.2017.

<https://www.gettyimages.com/detail/news-photo/satirical-cartoon-attacking-the-fashion-for-women-to-wear-news-photo/90776302#satirical-cartoon-attacking-the-fashion-for-women-to-wear-bloomers-picture-id9077630>, Erişim Tarihi: 14.07.2017.

<https://mirabledictu.org/2013/08/25/the-colette-project-claudine-married/>, Erişim Tarihi: 27.06.2017.

<https://ekmekvegul.net/sektiklerimiz/gunun-ilki-fransada-kadinlar-ilk-kez-oy-kullandi>, Erişim Tarihi: 31.07.2017.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Olympe_de_Gouges#/media/File:Marie-Olympe-de-Gouges.jpg, Erişim Tarihi: 15.07.2017.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/Elizabeth_Stanton.jpg, 04.06.2017.

<https://www.britannica.com/biography/Susan-B-Anthony>, Erişim Tarihi: 03.06.2017.

https://en.wikipedia.org/wiki/Carrie_Chapman_Catt, Erişim Tarihi: 25.07. 2017.

<http://figurationfeminine.blogspot.com.tr/2009/05/miriam-shapiro-1923.html>, Erişim Tarihi: 16. 06.2017.

<https://beta.prx.org/stories/10192>, Erişim Tarihi: 05.09.2017.

<https://i.pinimg.com/564x/62/f0/9a/62f09adf80628193332408e6f54e3d38--nosegay-feminist-art.jpg>, Erişim Tarihi: 04. 07. 2017

<https://www.pinterest.com.au/pin/430304939366685174/>, Erişim Tarihi: 09.09.2017.

<https://m.bianet.org/konu/feminist-dergiler>, Erişim Tarihi: 06.11.2017.

<https://www.lofficiel.com.tr/moda/hepimiz-feminist-olmaliz%204544>, Erişim Tarihi: 10.10.2017.

http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&view=gts, Erişim Tarihi: 18.11.2017.

<https://www.nps.gov/bepa/learn/alice-paul.htm>, Erişim Tarihi: 17.07.2017.

<http://www.pazartesisidergisi.com/pazartesi1.html>, Erişim Tarihi: 16.08.2017.

www.scran.ac.uk, Erişim Tarihi: 10.07. 2017.

INSAC-18-1324

Kortikotomi Destekli Hızlı Ortodontik Tedavi Gören Sınıf I
Çapraşıklığa Sahip Hastalarda Vestiböl Kemik Kalınlığının
Değerlendirilmesi (Zeynep Burçin Gönen, Alper Alkan, Abdullah Ekizer, Nukhet Kutuk, Zekeriya
Taşdemir)

Kortikotomi Destekli Hızlı Ortodontik Tedavi Gören Sınıf I Çapraşıklığa Sahip Hastalarda Vestibül Kemik Kalınlığının Değerlendirilmesi

Zeynep Burçin Gönen¹, Alper Alkan², Abdullah Ekizer³, Nukhet Kutuk², Zekeriya Taşdemir⁴

¹Erciyes Üniversitesi, Genom ve Kök Hücre Merkezi

²Bezmi Alem Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi

³Medikadent Ortodonti Kliniği

⁴Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji

E-mail: zeynepburcin@erciyes.edu.tr

Özet: Araştırmanın konusu, kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavidir. Temel amacı, sınıf I anterior çapraşıklık hastalarında tek başına kortikotomi; kortikotomi ile beraber uygulanan kemik grefti; ve trombositten zengin fibrinin vestibül alveoler kemik kalınlığına etkisini değerlendirmektir. Yöntemi, sınıf I maloklüzyonu olan hastalarda (n=30) gruplar arası periodontal parametrelerin ve vestibül kemik kalınlığını değerlendirildi. Bulgular; vestibül kemik kalınlığında Grup 2’de, Grup 1 ve grup 3’e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla artış tespit edildi ($p=0,001$, $p=0,003$). Grup 3’te herhangi bir kemik kaybı olmadan dişlerin vestibülündeki kemik kalınlığında artış görüldü. Sonuçta, kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavinin süresinin geleneksel ortodontik tedaviden daha kısa olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Sınıf I Çapraşıklık, Kortikotomi Destekli Hızlandırılmış Ortodonti, Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Giriş

Ortodontik tedavinin amacı, ortodontik anomalinin meydana gelmesini önlemek, meydana gelmiş ortodontik anomaliyi tedavi ederek iyi bir fonksiyon ile estetik sağlamak ve erişilen durumun kalıcı olmasını sağlamaktır (1). Maloklüzyonların çeşitli toplumlardaki yaygınlığı %39-%93 arasında değişmektedir (2). Dağılımı toplumlara göre farklılık göstermekle beraber, sınıf I çapraşıklık en sık karşılaşılan maloklüzyon tipidir (3,4). Geleneksel ortodontik tedavi sınıf I ön bölge çapraşıklığına sahip hastalarda ortalama 18-36 ay sürmektedir (5,6). Ortodontik problemleri olan kişiler, özellikle de erişkinler, ortodontik apareylerin estetik olmaması ve konuşma zorluğu oluşturması, yemek yemeyi zorlaştırması, sosyal hayatı etkilemesi gibi nedenlerle tedaviyi genellikle reddetmektedir. Uzayan tedavi süresi hastanın sadece psikososyal durumunu etkilemekle kalmaz, aynı zamanda periodontal hastalık, mine demineralizasyonu, çürük ve kök rezorpsiyonu riskini de arttırır (7). Ortodontik tedavi sırasında diş çürüklerinin görülme sıklığının ve şiddetinin anlamlı düzeyde arttığını bildiren çok sayıda araştırma bulunmaktadır (8,9). Sabit ortodontik tedavi esnasında kullanılan bant, braket, ark teli ve elastik gibi ataçmanlar ağızda yeni retansiyon alanları oluşturmakta, plak birikimini kolaylaştırmakta ve dişlerin temizlenmesini zorlaştırmaktadır (8,10). Günümüzde, gelişen teknolojik ve ekonomik değerlerin hastalarda oluşturduğu hızlı tedavi olma beklentisi ve uzayan tedavi süresinin getirdiği komplikasyonlar gibi nedenlerle diş hareketini hızlandırarak ortodontik tedavi süresini kısaltmaya yönelik yeni

yöntemler araştırılmaktadır (11-14). Ortopedist Harold Frost, cerrahi olarak yaralanan kemik dokusunda yeniden organize olmaya yönelik faaliyetlerin arttığını göstermiş (15) ve İngilizce literatürde RAP (Regional Acceleratory Phenomenon) olarak ifade edilen ‘bölgesel hızlanma fenomenini (BHF)’ tanımlamıştır. Buna göre, hasarlı bölgedeki iyileşme, normal fizyolojik iyileşmeden 2–10 kat daha hızlıdır. Wilcko ve ark. alveolar kemikte kortikotomi sonrası BHF’de karakteristik olarak gözlenen ve radyolojik olarak osteoporotik bir bölgenin oluştuğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgular BHF’nin hızlı ortodontik diş hareketinden sorumlu olduğunu doğrular niteliktedir (16). Trombositten zengin fibrin (TZF) kanın santrifüj edilmesi sonrası elde edilen lökosit ve trombositten zengin otolog fibrin yapısıdır (17). Bu çalışmanın amaçları: Kortikotomi uyguladığımız hastaların ortodontik tedavi süreleri ile geçmişte orta derecede çapraşıklığa sahip ve çekimsiz bir şekilde tedavi edilmiş Sınıf I hastaların tedavi sürelerini karşılaştırmak, farklı cerrahi uygulamalarla tedavi sonunda oluşan vestibül kemik kalınlıklarını karşılaştırmak ve kemik grefti veya yerine TZF’nin kullanımının gerekli olup olmadığını belirlemektir.

Hastalar Ve Yöntem

Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından kabul edilmiştir. 2008-2010 Yılları arasında Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı’na tedavi amacı ile başvurmuş hastalara ait arşiv taranarak aşağıda belirtilen ölçütlere uygun olduğu tespit edilen ve hızlandırılmış ortodontik tedavi görmek isteyen 30 hasta üzerinde yürütülmüştür. Hastaların çalışmaya dâhil edilme ölçütleri: Konjenital ve/veya akkiz diş eksikliği olmaması, daimi dentisyonda olması, belirgin bir asimetri olmaması, iskeletsel sınıf I molar ilişkiye sahip olması, Angle Sınıf I ön bölge çapraşıklığı bulunması, çapraşıklık miktarının hem alt, hem üst çenede 4-8 mm arasında olması, geleneksel ortodontik tedavinin premolar çekimi ile gerçekleştirilecek olması, ağız solunumu olmaması, tedavi sonucunu etkileyecek bir sistemik hastalığın olmaması, tedavi sonucunu etkileyecek sigara kullanımı olmaması, tedavi sonucunu etkileyecek ilaç kullanımı hikâyesinin olmaması, periodontal olarak sağlıklı olması’dır. Hastalar cerrahi yöntem açısından üç gruba ayrılmıştır; Kortikotomi grubu (n=10); Kortikotomi sonrası bölgeye kemik grefti uygulanan grup (n=10); Kortikotomi sonrası bölgeye TZF uygulanan grup (n=10)

Ortodontik Tedavi Protokolü: Tüm hastalarda ortodontik braketler ameliyattan 1 hafta önce diş yüzeylerine yapıştırıldı. Hastalarda standart ROTH değerlerine sahip 0.022 inç slotlu metal braketler (3M, Minnesota, Amerika) kullanıldı. 0.016 inç ısı ile aktive olan nikel titanyum (NiTi) teller ameliyattan 1 hafta önce takılarak başlangıç kuvveti verilmeye başlandı. Ameliyattan bir hafta sonra NiTi ark teli kontrol edildi ve kıvrılma (binding) oluşmuş ise teller yenisi ile değiştirildi. İkinci ayda, 0.016-0.022 inç NiTi köşeli tele ve üçüncü ayda 0.019-0.025 inç NiTi köşeli ark teline geçildi. Dördüncü ayda 0.019-0.025 inç paslanmaz çelik tel takıldı. Beşinci ayda ise hastalarda interdijitasyonu sağlamak amacıyla elastikler uygulanmaya başlandı. Yedinci ve sekizinci aylarda ise bitim bükümleri yapılmaya başlandı ve bu süre hastaların anterior çapraşıklık miktarı, dişlerdeki rotasyon ve devrilme (tipping) ihtiyacına göre değişiklik gösterdi.

Periodontal Tedavi Protokolü: Çalışmanın başlangıcında hastalara ağız hijyeni ile ilgili eğitim verilerek tüm ağızda rutin diş taşı temizliği işlemleri (Faz I) yapıldı. Hastalara optimal ağız hijyeni alışkanlıklarının kazandırılması, hastalara göre farklılık göstermekle birlikte yaklaşık 6 ay sürdü. Bu süre sonunda hastaların ortodontik tedavisi başlatıldı. Ortodontik tedavi öncesinde (t0), ortodontik tedavinin 6. ayında (t1) ve ortodontik tedavi sonrasında (t2) değerlendirilen periodontal parametreler: *Plak indeksi (PI)*, *Gingival indeks (GI)*, *Cep derinliği (CD)*, *Sondalamada kanama*, *Keratinize diş eti genişliği*.

Cerrahi Tedavi Protokolü: Tüm hastalara genel anestezi altında alt ve üst çenede kaninler arası bölgede 15C bisturi kullanarak sadece labialden olacak şekilde cep içi insizyon ile birinci premolar dişlerin mezialinden geçen vertikal insizyonlar kullanılarak tam kalınlık

mukoperiosteal flep kaldırıldı. Kanin-kanin bölgesindeki tüm dişlerin arasından vertikal kortikotomiler piezotestere yardımı ile uygulandı. Daha sonra vertikal kortikotomiler, dişlerin apikallerinin 2 mm uzağından geçen horizontal kortikotomi hattı ile birleştirildi (**Şekil 1**). Grup 1'de kortikotomilerin ardından bölge primer dikilerek kapatıldı. Grup 2'de kortikotomi alanının üzerine, 0,5-1 mm granül boyutundaki 1ml'lik sıgır kaynaklı hidroksiapatit seramik kemik grefti (Cerabone-Granulat, Botiss Dental, Dieburg, Almanya) 1 ampul klindamsin (Melekin 600 mg, Mefar, İstanbul, Türkiye) ile karıştırılarak hem alt hem üst çeneye uygulandı. Grup 3'te hastanın kendi kanından elde edilen TZF membran kortikotomi bölgesine uygulandı. Tüm gruplarda 4/0 sentetik rezorbe olabilen poliglaktin dikiş materyali ile bölge primer dikildi.

Radyolojik Ölçümler: Hatalardan ortodontik tedavi öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri elde edildi. (NewTom 5G, FP, Quantitative Radiology, Verona, Italy). Üç boyutlu bilgisayar programında en yüksek büyütme ayarlanan kesitlerden her diş için fotoğraf karesi sekmesi seçilerek her hasta için 12 fotoğraf oluşturuldu. Dişin vestibülündeki kemik sınırları takip edilerek bölgenin alanı bilgisayar programı sayesinde otomatik olarak hesaplandı (AnalySIS LS Research, Versiyon 5.0, Olympus Soft Imaging Solutions)

İstatistiksel Yöntem: Veriler IBM SPSS 21.0 (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, Illinois, ABD) istatistik paket programında değerlendirildi. Verilerin normal dağılımı 'Shapiro-Wilk' testi ile değerlendirildi. Gruplar tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı. Tekrarlı ölçümler bağımlı 2 örnek t testi ve tekrarlı ölçümler de varyans analizi ile karşılaştırıldı. Çoklu karşılaştırma testi Student-Newman-Keuls Methodu ile karşılaştırıldı. Çalışmamızda, $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

KDHO ile tedavi görmüş hastaların ortalama tedavi süresi (11 ay), sınıf I maloklüzyonun çekimsiz ortodontik tedavi ile düzeltildiği hastaların ortalama tedavi süresinden (27,3 ay) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulundu ($p = 0,00$).

Üst çenede Grup 2'de vestibül kemik kalınlığındaki artış miktarı Grup 1'den istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulundu ($p = 0,001$). Üst çenede kortikotomi ve kemik greftinin birlikte uygulandığı Grup 2'deki artış diğerlerinden anlamlı derecede fazladır.

Alt çenede ise gruplar arası karşılaştırmaların hepsi istatistiksel olarak anlamlıdır. Grup 2'de en fazla kemik kazanımı sağlanırken Grup 1'de kemik kaybı tespit edildi. Grup 3'te kazanılan vestibül kemik Grup 1'den ($p = 0,018$) ve Grup 2'den ($p = 0,003$) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır (**Tablo 1**).

Gruplar arası karşılaştırmada plak indeksi skorlarının, grup 2'de grup 1'e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğu bulundu ($p = 0,02$). Ancak diğer ölçütlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Üst kesiciler bölgesindeki keratinize dişeti genişliğinin grup 2'de grup 3'e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı tespit edildi ($p = 0,04$).

Tartışma

Bishara ve ark.'nin sonuçlarına göre de çekimsiz tedavi çekimli tedaviden 6-8 ay daha kısa sürmektedir (18). Hajji SS, çalışmasında çekimli tedavinin 26,6 ay, çekimsiz tedavinin 18,7 ay ve kortikotomi destekli çekimsiz grupta 6,1 ay olduğunu bildirmiştir (19). Tüm bu çalışmalara bakarak, çekimsiz tedavinin daha kısa sürede tamamlandığı söylenebilir. Bu tez çalışmasında, orta dereceli çapraşıklığın tedavisi için ile ortodonti kliniği arşivinde kayıtlı çekimsiz olarak tedavi görmüş sınıf I maloklüzyonlu hastalar ile kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavi görmüş hastalar tedavi süresi açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına göre,

kortikotomi destekli grupta tedavi süresi ortalama 11 ay iken geleneksel ortodontik tedavi görmüş grupta 27,3 aydır.

Ortodontik diş hareketi sonucunda meydana gelen kemik apozisyonu diş hareketini geriden takip ederse dehissens ve fenestrasyonlar ortaya çıkabilir (20,21). Kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavide tedavinin hızlı yapılmasından başka bir diğer amacı ise, dişleri daha fazla miktarlarda hareket ettirebilmek ve ortodontik tedavi sonunda alveoler kaide içinde kalmasını sağlamaktır. Son yıllarda kortikotomi ile birlikte alveoler greftleme de uygulanmaktadır (22). Kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavi ile beraber greft uygulaması yaklaşık 10 yıldır üzerinde çalışılan bir konu olmasına rağmen (16,22) greft kullanımının gerekli olup olmadığını araştıran kontrollü bir çalışma henüz mevcut değildir. TZF'nin osteoblast tutunmasını ve proliferasyonunu arttırdığı ve kemik rejenerasyonuna katkıda bulunur. Bizim çalışmamızda da TZF'nin kortikotomi bölgesinde kemik oluşumunu tek başına kortikotomi yapılan gruba göre daha fazla artırdığı bulunmuştur. Ortodontik tedavi sırasında mukogingival boyutlarda değişiklikler oluşabilmektedir. Bukkalde konumlanmış dişlerin varlığında kemikte dehissens oluşabilmektedir. Gerekli olmadığı durumlarda labial kemiği incelten ark genişletme işlemlerinden ve kemik desteği olmayan bölgelerde keserlere uygulanacak protrüzyon ve tork hareketinden kaçınılmalıdır. Literatürde mandibuler kesicilerin minimal lingual veya labiyal hareketinin %1,3 hastada keratinize dişeti genişliğinde azalmaya yol açtığı bildirilmiştir (23). Wennstrom ve ark. maymunlarda ortodontik tedavi sırasında başlangıç keratinize dişeti genişliği ile dişeti çekilmesi oluşması arasında bir ilişki bulamamışlar ve yumuşak dokunun anteroposterior kalınlığının daha önemli olduğunu bildirmişlerdir (24). Bu nedenle dişlerin hareket yönündeki dokuların boyutsal olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, tüm gruplardaki ortodontik diş hareketinin hemen hemen aynı olduğu düşünülürse 3.gruptaki keratinize dişeti genişliğinin korunmasında TZF'nin olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir.

Sonuçta, kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavi, geleneksel ortodontik tedavi ile karşılaştırıldığında süreyi yarıısından daha az bir zamana indirmektedir. Ortodontik tedavi öncesi vestibül kemik kalınlığı, kortikotomi ile birlikte kemik grefti uygulandığında, yalnızca kortikotomi veya kortikotomi sonrası TZF uygulanması yöntemlerinden daha fazla artış göstermektedir. Kortikotomi destekli hızlı ortodontik tedavi uygulamalarında kemik grefti kadar TZF de kemik rejenerasyonunu artıran bir biyomateryal olarak dikkate alınmalıdır. Maksiller ve mandibuler anterior bölgelerde hızlı ortodontik tedavi amacıyla kortikotomi işlemi tek başına veya kemik grefti ve TZF gibi kemik oluşumunu artıran ürünlerle birlikte uygulandığında plak indeksi, gingival indeks, cep derinliği ve sondalamada kanama skorlarında artış görülebilir. Klinik diş hekimliğinde yüz güldürücü sonuçları elde etmek için birden fazla uzmanlık dalının birlikte çalışmasına ihtiyaç vardır. Uzmanlar arasındaki koordinasyon, iletişim ve uzlaşma modern teknoloji sayesinde daha kolay sağlanabilmektedir.



Şekil 10. İnterradiküler alandaki kortikotomiler ve kortikotomileri birleştiren horzontal kortikotomi hattı

Tablo 1. Alt ve üstçenede gruplar arası kemik kalınlığı değişimi

Kemik kalınlığı değişimi (t2- t0)		
	Üst Çene Ortalama ± SS (min -maks)	Alt Çene Ortalama ± SS (min -maks)
Grup 1 Kortikotomi (n=10)	1356,90 ±3412,48 ^a (-3408,00 -7687,00)	-1349,30 ±2255,33 ^e (-5659,00-1922)
Grup 2 Kortikotomi+greft (n=10)	12607,10 ± 7647,85 ^{b,c} (-1093,00-23601,00)	14536,80 ± 8704,54 ^f (1904,00-29863,00)
Grup 3 Kortikotomi+TZF (n=10)	6159,20 ± 908,35 ^{a,c} (-164,00-18460,00)	5774,20 ± 2744,64 ^g (-126,00-10243,00)

* a,b,c; d,e,f Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen gruplar ortalamalar bakımından birbirinden istatistiksel olarak farklıdır.

Kaynaklar

1. Kropf, K. S. (1996). An alternative approach to zoning in France: typology, historical character and development control. *European Planning Studies* 4 (6), 717-37.
2. Erbay, E. (1995). Çekimli ve çekimsiz olarak tedavi edilen Angle I.Sınıf anomalilerde profil değişikliklerinin incelenmesi. *Türk Ortod Derg* 8 (2), 232-42.
3. Thilander, B. (2001). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *Eur J Orthod* 23 (2), 153-67.
4. Jones, W. B. (1987). Malocclusion and facial types in a group of Saudi Arabian patients referred for orthodontic treatment: a preliminary study. *Br J Orthod* 14 (3), 143-6.
5. Sari, Z. (2003). Orthodontic malocclusions and evaluation of treatment alternatives: an epidemiologic study. *Turkish J Orthod* 16 (2), 119-26.
6. Kocadereli, İ. (2002). Changes in soft tissue profile after orthodontic treatment with and without extractions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 122 (1), 67-72.
7. Chua, A. L. (1993). The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 104 (4), 361-8.
8. Harris, E.F. (2000). Root resorption during orthodontic therapy. *Seminars in Orthodontics* 6 (3): 183-94.
9. Zachrisson, B. U. (1978). Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 74 (1): 62-78.
10. Polson, A.M. (1988). Long-term periodontal status after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 93 (1), 51-8.
11. Zachrisson, B. U. (1976). Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 69 (3), 285-300.
12. Karanth, H. S. (2001). Orthodontic tooth movement and bioelectricity. *Indian J Dent Res* 12 (4), 212-21.
13. Kawata, T. (1987). A New orthodontic force system of magnetic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92 (3), 241-8.
14. Reeve, J. (1986). Parathyroid hormone and bone. *Clinical Science* 71 (3), 231-8.
15. Liou, E. (1998). Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114 (4), 372-82.
16. Frost, H. M. (1983). The regional acceleratory phenomenon: a review. *Henry 13. Ford Hosp Med J*. 31 (1), 3-9.
17. Wilcko, W. M. (2001). Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 21 (1), 9-19.

18. Dohan, D. M. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 101 (3), e37-44.
19. Bishara, S. E. (1997). Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, Division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111 (1), 18-27.
20. Hajji, S. S. (2001). The influence of accelerated osteogenic response on mandibular decrowding [abstract 1160]. *J Dent Res* 80, 180 Spec Iss A.
21. Wehrbein, H. (1996). Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110 (3), 239-46.
22. Remmelink, H. J. (1984). Effects of anteroposterior incisor repositioning on the root and cortical plate. *J Clin Orthod* 18 (1), 42-9.
23. Wilcko, M. W. (2003). Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod* 4 (3), 197-205.
24. Kennedy, J. E. (1985). A longitudinal evaluation of varying widths of attached gingiva. *J Clin Periodontol* 12 (8), 667-75.
25. Wennström, J. L. (1996). Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2 (1), 46-54.

KONULAR

- Arkeoloji
- Bölge Çalışmaları
- Diller
- Dinsel Etütler
- Edebiyat
- Felsefe
- Genel Çalışmalar
- Klasikler
- Kültür Çalışmaları
- Müze Çalışmaları
- Tarih
- İngiliz Etütleri
- Bilgisayar Mühendisliği
- Bilgisayar Programı
- Bilişim
- Multimedya
- Programlama
- Eğitim Araştırması
- Eğitim Yönetimi
- Eğitim Öğrenimi
- Eğitimsel Psikoloji
- Kariyer Danışmanlığı
- Koçluk
- Pedagoji
- Yetişkin Eğitimi
- Çocukluk eğitimi
- Özel Eğitim
- Öğretmen Yetiştirme
- Öğretmenlik
- Ceza Kanunu
- Hukuki araştırmalar
- Kamu Hukuku
- Medeni Kanun
- Uluslararası Hukuk
- Aroma tedavisi
- Güzellik Tedavisi
- Masaj
- Refleksoloji
- Saç Yapımı
- Sağlık ve Fitness
- Terapatik
- Bakım Servisi
- Bayındırlık
- Emlak Yönetimi
- Mimarlık
- Planlama
- Yer Ölçümü
- İnşaat
- Araç Mühendisliği
- Biyomedikal mühendislik
- Çevre Mühendisliği
- Deniz Mühendisliği
- Elektrik Mühendisliği
- Elektronik Mühendisliği
- Genel Mühendislik ve Teknoloji
- Güç ve Enerji Mühendisliği
- Hava-Uzay Mühendisliği
- Kalite Kontrol
- Kimya ve Malzeme Mühendisliği
- Madencilik ve Petrol & Gaz İşlemleri
- Makine Mühendisliği
- Metalurji
- Telekomünikasyon
- Yapısal Mühendislik
- İmalat ve Üretim
- İnşaat Mühendisliği
- Beslenme ve Sağlık
- Danışmanlık
- Dişçilik
- Ebelik
- Farmakoloji
- Fizyoloji
- Fizyoterapi
- Hemşirelik
- Kamu Sağlığı
- Oftalmoloji
- Psikoloji
- Sağlık ve Güvenlik
- Sağlık Çalışmaları
- Tamamlayıcı Tıp
- Tıp
- Havacılık
- Konukseverlik
- Otel yönetimi
- Seyahat ve Turizm
- Tatil İdareciliği
- Yemek ve İçecek Üretimi
- İkram
- Antropoloji
- Dilbilimi
- Ekonomi Bilimi
- Çevre Bilimleri
- Film ve Televizyon
- Fotoğraf
- Gazetecilik
- Kamu Yönetimi
- Kütüphane Araştırmaları
- Medya
- Politika
- Sosyal Bilimler

- Sosyal Çalışma
- Sosyoloji
- Uluslararası İlişkiler
- Yazı yazma
- İnsan Coğrafyası
- Bahçecilik
- Bitki ve Ekin bilimi
- Tarım
- Veterinerlik
- Çiftlik yönetimi
- Astronomi
- Biyoloji
- Biyomedikal bilimi
- Doğal Coğrafya
- Fizik
- Genel Fen Bilimleri
- Gıda Mühendisliği ve Teknolojisi
- Kimya
- Malzeme Bilimi
- Matematik
- Spor Bilimi
- Yaşam Bilimleri
- Yer Bilimleri
- Çevre Bilimleri
- Dans
- El Sanatları
- Endüstri Harici Tasarım
- Endüstri Tasarımı
- Grafik Tasarım
- Moda ve Tekstil Dizaynı
- Müzik
- Sanat
- Sanat İdaresi
- Tiyatro ve Drama Çalışmaları
- İç Tasarım
- E-ticaret
- Finans
- Girişimcilik
- Kalite Yönetimi
- Muhasebe
- Ofis İdaresi
- Pazarlama
- Perakende
- Ulaşım ve Lojistik
- Yönetim
- İnsan Kaynakları Yönetimi
- İşletme Araştırmaları
- Türk Hukuk Tarihi
- Türk Dili
- Türk Tarihi

TOPICS

- Archaeology
- Regional Studies
- Languages
- Religious Studies
- Literature
- Philosophy
- General Studies
- Classics
- Cultural Studies
- Museum Studies
- History
- English Studies
- Computer Engineering
- Computer Program
- IT
- Multimedia
- Programming
- Education Research
- Education Management
- Education Learning
- Educational Psychology
- Career Counseling
- Coaching
- Pedagogy
- Adult Education
- Childhood education
- Special education
- Teacher Training
- Teaching
- Criminal Law
- Legal Studies
- Public Law
- Legal Advice
- Civil Law
- International law
- Aroma Treatment
- Beauty Therapy
- Massage
- Reflexology
- Hairdressing
- Health & Fitness
- Therapeutic
- Maintenance Service
- Public Works
- Property Management
- architecture
- Planning
- Surveying

- Build
- Vehicle Engineering
- Biomedical Engineering
- Environmental Engineering
- Marine Engineering
- Electrical Engineering
- Electronic Engineering
- General Engineering and Technology
- Power and Energy Engineering
- Aerospace Engineering
- Quality control
- Chemical and Materials Engineering
- Mining and Oil & Gas Processing
- Mechanical Engineering
- Metallurgy
- Telecommunication
- Structural Engineering
- Manufacturing and Production
- Civil Engineering
- Nutrition and Health
- consultancy
- Dentistry
- Midwifery
- Pharmacology
- Physiology
- Physiotherapy
- Nursing
- Public Health
- Ophthalmology
- Psychology
- Health and Safety
- Health Studies
- Complementary Medicine
- Medicine
- Aviation
- Hospitality
- Hotel Management
- Travel and Tourism
- Holiday Management
- Food and Beverage Production
- Anthropology
- Linguistics
- Economics
- Environmental Management
- Film and Television
- Photo
- Journalism
- International Development
- Public Administration
- Library Research
- Media
- Policy
- Liberal Arts
- Casework
- Sociology
- International Relations
- Human Geography
- Horticulture
- Plant and Crop Science
- Agriculture
- Veterinary Medicine
- Farm Management
- Astronomy
- Biology
- Biomedical science
- Natural Geography
- Physics
- General Science
- Food Engineering and Technology
- Chemistry
- Material science
- Maths
- Sports Science
- Life Sciences
- Earth Sciences
- Environmental Sciences
- Dance
- Handicrafts
- Industrial Design
- Industrial Design
- Graphic design
- Fashion and Textile Design
- Music
- Art
- Art Administration
- Drama and Drama Studies
- Interior Design
- E-Commerce
- Finance
- Entrepreneurship
- Quality management
- Accounting
- Office Administration
- Marketing
- Retail
- Transportation and Logistics
- Governance
- Human Resources Management
- Business Studies
- History of Turkish Law
- Turkish language
- Turkish History