



BILGE

International Journal of Science and Technology Research

Yil
Year 2017

Cilt
Volume 1

Special
Issue

p-ISSN: 2587-0742

e-ISSN: 2587-1749

journal
science
special
bilge
issue
international
research
technology

Owner:

Dr. Hamza KANDEMİR

Editor in Chief:

Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

Co-Editor:

Prof. Dr. Alireza HEIDARI
Asst. Prof. Dr. Mustafa KARABOYACI

Technical Editors:

Res. Asst. Abdullah BERAM
Instructor Serkan ÖZDEMİR

Technical Assistant:

Alican ÇIVGA
Aslan MERDİN
Tunahan ÇINAR
Uysal Utku TURHAN
Ahmet ACARER
Hasan ÇULHACI

Office Work:

Instructor Doğan AKDEMİR

Cover designer:

Res. Asst. Abdullah BERAM

Press:

Copy32 press-Isparta

Contact:

Kutbilge Association of Academicians,
32040, Isparta, TURKEY

Web : dergipark.gov.tr/bilgesci

E-mail : kutbilgescience@gmail.com

Editorial Advisory Board:

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.
Akdeniz University, Turkey

Amer KANAN, Prof. Dr.
Al-Quds University, Palestine

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.
Ondokuz Mayıs University, Turkey

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.
İstanbul University, Turkey

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.
University of Helsinki, Finland

Kırali MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.
Gazi University, Turkey

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.
INRGREF, Tunisia

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.
University of Vet. Med. Vienna, Austria

Semra KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Steve WOODWARD, Prof. Dr.
University of Aberdeen, United Kingdom

Editorial Board:

Ali Cesur ONMAZ, Assoc. Prof. Dr.
Erciyes University, Turkey

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Assoc. Prof. Dr.
Bursa Technical University, Turkey

Halil GÖKÇE, Assoc. Prof. Dr.
Giresun University, Turkey

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Assoc. Prof. Dr.
Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey

Ahmet MERT, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Ayşe KOCABIYIK, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Aziz ŞENCAN, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Fecir DURAN, Asst. Prof. Dr.
Gazi University, Turkey

Kubilay TAŞDELEN, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Nuri ÖZTÜRK, Asst. Prof. Dr.
Giresun University, Turkey

Ramazan ŞENOL, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

Şule Sultan UĞUR, Asst. Prof. Dr.
Süleyman Demirel University, Turkey

İmtiyaz Sahibi:
Dr. Hamza KANDEMİR

Editör:
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

Yardımcı Editörler:

Prof. Dr. Alireza HEIDARI
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KARABOYACI

Teknik Editörler:

Arş. Gör. Abdullah BERAM
Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR

Teknik Yardımcılar:

Alican ÇIVGA
Aslan MERDİN
Tunahan ÇINAR
Uysal Utku TURHAN
Ahmet ACARER
Hasan ÇULHACI

Büro İşleri:

Öğr. Gör. Doğan AKDEMİR

Kapak Tasarım:

Arş. Gör. Abdullah BERAM

Baskı:

Copy32 Matbaa-Isparta

İletişim:

Kutbilge Akademisyenler Derneği,
32040, Isparta, TÜRKİYE

Web : dergipark.gov.tr/bilgesci

E-mail : kutbilgescience@gmail.com

Danışma Kurulu:

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.
Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Amer KANAN, Prof. Dr.
Al-Quds Üniversitesi, Filistin

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.
İstanbul Üniversitesi, Türkiye

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.
Helsinki Üniversitesi, Finlandiya

Kırali MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.
Gazi Üniversitesi, Türkiye

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.
INRGREF, Tunus

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.
Viyana Veterinerlik Üniversitesi, Avusturya

Semra KILIÇ, Prof. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Steve WOODWARD, Prof. Dr.
Aberdeen Üniversitesi, Birleşik Krallık

Editör Kurulu:

Ali Cesur ONMAZ, Doç. Dr.
Erciyes Üniversitesi, Türkiye

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Doç. Dr.
Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye

Halil GÖKÇE, Doç. Dr.
Giresun Üniversitesi, Türkiye

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Doç. Dr.
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Ahmet MERT, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Ayşe KOCABIYIK, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Aziz ŞENCAN, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Fecir DURAN, Yrd. Doç. Dr.
Gazi Üniversitesi, Türkiye

Kubilay TAŞDELEN, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Nuri ÖZTÜRK, Yrd. Doç. Dr.
Giresun Üniversitesi, Türkiye

Ramazan ŞENOL, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Şule Sultan UĞUR, Yrd. Doç. Dr.
Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Editorial to the Special Issue on Selected Papers from International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2017

This special issue of the Bilge International Journal of Science and Technology Research contains selected papers from ISMSIT 2017 which was held on November 2-4, 2017 in Tokat, Turkey with international attendance.

The 1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT 2017) organised by Gaziosmanpaşa University and Tokat Teknopark is held on the November 2-4, 2017 in Tokat, Turkey. The symposium aims to bring scientists, experts, instructors, non-governmental organizations and private sector representatives together to share and discuss theoretical and practical knowledge in a scientific framework. In addition to cutting edge research paper presentations in engineering areas, the symposium serves as a multi-disciplinary platform for discussing current issues in the multidisciplinary studies and innovative technologies.

385 papers have been submitted for presentation at ISMSIT2017. Based on review reports by experts in the Scientific Committee, 335 papers (278 oral, 24 posters, and 33 virtual presentation) have been accepted for presentation at the conference.

We would like to thank the contributing authors for accepting our invitation, and also to the anonymous reviewers who helped us ensure the high technical quality of the accepted papers.

Dr. Turgut Özseven

Scientific Committee

- Prof. Dr. Andrew Kusiak, The University of Iowa, USA
- Prof. Dr. Bilge Hilal Çadırcı, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Prof. Dr. Filiz Ersöz, Karabük University, Turkey
- Prof. Dr. Güven Çankaya, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey
- Prof. Dr. Ljiljana Trajkovic, Simon Fraser University, Canada
- Prof. Dr. Lucian N. Vintan, University of Sibiu, Romania
- Prof. Dr. Mehmet Akbaba, Karabük University, Turkey
- Assoc. Prof. Dr. Ahmet Fenercioğlu, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Assoc. Prof. Dr. İsmail Rakıp Kardeş, Karabük University, Turkey
- Assoc. Prof. Dr. M. Emin Aydın, University of the West of England, UK
- Assoc. Prof. Dr. Mustafa Caner Aküner, Marmara University, Turkey
- Assoc. Prof. Dr. Oğuz Fındık, Karabük University, Turkey
- Assoc. Prof. Dr. Yahya Altupak, Abant İzzet Baysal University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Alptekin Durmuşoğlu, Gaziantep University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Bülent Turan, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Ebubekir Yaşar, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Kenan Zengin, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Mete Çelik, Erciyes University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Murat Çavuş, Gaziosmanpaşa University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Taner Ersöz, Karabük University, Turkey
- Assist. Prof. Dr. Turgut Özseven, Gaziosmanpaşa University, Turkey

CONTENTS

Research

- Authentication with Iris Recognition Based on A 3-Tier Security Analysis Approach
Yasemin Sandal, Hakan Kutucu1-5
- Development of The Road Analysis System to Provide the Fuel Efficiency Awareness in the Vehicles
Harun Sümbül, Ahmet Böğrek.....6-9
- Real-Time Decrease of Snoring in Patients with Severe Degree of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Using SNORAP
Mete Yağanoğlu, Murat Kayabekir, Cemal Köse 10-17
- Velocity Estimation of Turkish National Permanent GNSS Network- Active Points Located at Central Anatolia Region
Sercan Bülbül, Cevat İnal, Ömer Yıldırım, Fuat Başçıftçi 18-25
- Performance of the Copper Based Grinding Wheels
Mehmet F. Kahraman, Habibullah Bilge, Murat Karaağaç, Sabri Öztürk 26-31
- Performance Evaluation of Eigenvalue Based Detection Methods for Cognitive Radio Systems
CebraİL Çiflikli, Fatih Y. Ilgın.....32-37
- Speed and Direction Angle Control of Four Wheel Drive Skid-Steered Mobile Robot by Fractional Order Sliding-Mode Control
Kamil Orman, Adnan Derdiyok..... 38-46
- Investigation of the Effect of Curing Applications Containing Different Nano Silica on the Strength of Cementitious Composites
Arife Akın, Ahmad Javit Zia..... 47-51
- PID Controller Design Based on Reference Model in Fractional Order Control Systems
Tufan Doğruer, Ali Yüce, Nusret Tan52-58
- Estimation of Tr81 Area Yearly Electric Energy Consumption By Artificial Neural Networks
Yasemin Kocadayı, Okan Erkaymaz, Rukiye Uzun 59-64

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Authentication with Iris Recognition Based on A 3-Tier Security Analysis Approach
Yasemin Sandal, Hakan Kutucu1-5
- Development of The Road Analysis System to Provide the Fuel Efficiency Awareness in the Vehicles
Harun Sümbül, Ahmet Böğrek.....6-9
- Real-Time Decrease of Snoring in Patients with Severe Degree of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Using SNORAP
Mete Yağanoğlu, Murat Kayabekir, Cemal Köse 10-17
- Velocity Estimation of Turkish National Permanent GNSS Network- Active Points Located at Central Anatolia Region
Sercan Bülbül, Cevat İnal, Ömer Yıldırım, Fuat Başçiftçi 18-25
- Bakır Esaslı Rodaj Disklerinin Performansı
Mehmet F. Kahraman, Habibullah Bilge, Murat Karaağaç, Sabri Öztürk 26-31
- Bilişsel Radyo Sistemleri için Özdeğer Tabanlı Algılama Yöntemlerinde Performans Analizi
Cebrail Çiflikli, Fatih Y. Ilgın 32-37
- Dört Teker Tahrikli Mobil Robotun Gövde Hızı ve Yönelme Açısının Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü ile Kontrolü
Kamil Orman, Adnan Derdiyok..... 38-46
- Farklı Oranda Nano Silika İçeren Kür Uygulamalarının Çimento Bağlayıcılı Kompozitlerin Dayanımına Etkisinin İncelenmesi
Arife Akın, Ahmad Javit Zia..... 47-51
- Kesir Dereceli Kontrol Sistemlerinde Referans Modele Dayalı PID Kontrolör Tasarımı
Tufan Doğruer, Ali Yüce, Nusret Tan..... 52-58
- Yapay Sinir Ağları ile Tr81 Bölgesi Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini
Yasemin Kocadayı, Okan Erkaymaz, Rukiye Uzun 59-64

BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

ISSN: 2587-0742
e-ISSN: 2587-1749

A peer reviewed journal, published biannually by
Kutbilge Association of Academicians.

Yılda iki sayı olarak yayımlanan hakemli bir dergidir.
Kutbilge Akademisyenler Derneği tarafından
yayımlanmaktadır.

Year/Yıl: 2017, Volume/Cilt: 1, Special Issue/Özel Sayı

The journal is indexed in Researchbib, AcademicKey, International Institute of Organized Research (I2OR), Cosmos Index, Google Scholar, Journal Factor, Index Copernicus, JIFACTOR, Science Library Index, Sindexs, Rootindexing, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Directory of Research Journals Indexing (DRJI).

Dergimiz Researchbib, AcademicKey, International Institute of Organized Research (I2OR), Cosmos Index, Google Scholar, Journal Factor, Index Copernicus, JIFACTOR, Science Library Index, Sindex, Rootindexing, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Directory of Research Journals Indexing (DRJI) 'de taranmaktadır.





Authentication with Iris Recognition Based on A 3-Tier Security Analysis Approach

Y. Sandal^{1*}, H. Kutucu²

Abstract: Audit controls are made using the tools such as ID, magnetic card, password, pin code to enable people to access to areas requiring access permission. This situation with increasing the number of security measures forces people to remember more than one password. In addition, it is becoming compulsory for a person to have more than one type of card in order to be able to identify himself / herself. Increasingly reliable and practical detachment of such measures has increased the interest of researchers in biometrics systems, which is the recognition method of self-identification by using their own structural features. The aim in this project is to authenticate with one of these biometric systems, iris recognition. Iris screening is one of the most reliable biometric scans. There is no need for physical contact between the user and the scanner. Being able to use even with glasses, easy integration into systems and being one of the most reliable designs of iris has been the main factors in choosing iris definition. In the project done, the security level is aimed to be authenticated in a short time and correct match with the algorithm produced based on the increased three layer security analysis. These layers in the project; eye color in the first layer, ratio of the area of the iris to the area of the eyeball in the second layer, and tissue analysis in the third layer. The difference between this project and other work that has been worked on before is that the authentication process is performed with a different algorithm approach by increasing the number of security layers. Thus, it is aimed to reach reality in a safer and shorter time. At this time, only studies of iris texture have been carried out in the examination of iris. Other factors have not been evaluated in studies. In this study, eye color and the ratio of the iris area to the eyeball are examined by adding the account. After these factors are correctly matched, iris tissue is examined. The project has two databases, one to record real-time data, and the other to contain data from the CASIA database. The real-time data base is created with the images we have obtained from different people with the piece of hardware we have developed. By using different image processing algorithms, images in these databases are processed and an iris code is created to see the key task. Snapshots taken from the live eye are compared through the created iris code to the database data to find out if there is a match. It is determined that the analysis of the three security layers is done in a short time and with high success rate. The version_01 of the CASIA database is used in the study. In this database, 50 images of eyes taken from different angles at different times were worked on. In the real time database there are 25 images. The success rates of both databases are calculated separately. The obligation of individuals must carry lots of card with them and memorizing many password in order to introduce themselves will be avoid with this work. It will provide savings time and financial gains to institutions and individuals. There is not much study about identification of iris in the country, and necessary software in this area is generally supplied from abroad. With this work, it is aimed to increase the interest of researchers in this field and to eliminate this deficiency in the country..

Keywords: Iris Recognition, Biometric Security.

1. Introduction

In recent years, especially in the last few years, the rapid development of technology in the field of

access to information has increased the need for many field security. The need for individual secure access in developed applications brought with it the problem of smart person identification. One

¹Karabük University, Engineering Faculty, Karabük, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazar): ysemindsandal@karabuk.edu.tr

Citation (Atıf): Sandal, Y., Kutucu, H. (2017). Authentication with Iris Recognition Based On a 3-Tier Security Analysis Approach. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 1-5.

common method for person identification, which is a specific image, is now inadequate and unreliable in today's conditions. Moreover, these methods do not have much practicality. Many factors, such as loss of keys and ID cards, forgetting passwords, cause problems in using these methods. In order to overcome these problems, researchers have exploited the behavioral and physical characteristics of individuals to find new ways to identify people (Gürkan, 2015). As a result of these investigations, reliable and more practical methods called biometric measurements have been obtained.

Biometric recognition is a reliable method used to determine who is allowed to perform an action and who is not. The basis of the biometric definition is based on defining the behavioral and physical characteristics that are different for each person. These behavioral and physical properties that can be used as biometric measurements include the fragrance components of the human body, temperature distribution, facial features, iris and retina structures, palm and fingerprints, hand geometry, individual voice, for example (Tekyıldız et al., 2015). Despite the fact that voice recognition and fingerprinting are among the most popular among these biometric measurements over the last few years, changing demands have accelerated the work on iris recognition.

Iris is the name given to the colored region in the circle inside the eye. The iris recognition system was developed based on the fact that the iris did not change during human life. More than one reference point can be used in this system. For example, in a biometric system that uses fingerprint separation for absolute success, there are about 60 to 70 comparison points, while iris recognition has about 200 reference points for this comparison (Jain et al., 2004).

The iris recognition system is now available in many areas. First of all, outposts are preferred in areas requiring strict security measures such as airports. In addition, organizations, companies and universities benefit from the iris recognition system for students and staff follow-up (Abatea et al., 2017).

Iris is among the most preferred among other biometric recognition systems because it is one of the most reliable because it has its own characteristics and is not easily affected by external factors (Akçay and Çetinkaya, 2011). It is

aimed to reduce the need for information such as PIN number and password, which are highly likely to be shared with the Iris recognition system and the risk of being forgotten.

In the case of biometric authentication, the user uses his / her own physiological or behavioral characteristics to access the system. When a person wishes to access a system that works in this way, the system takes the appropriate biometric data (voice, iris, fingerprint, retina etc.) of the individual (Kamal et al., 2015). This data is taken from the same individual and matched with the biometric data previously added to the database. If the matching result is positive, the identity of the individual is verified.

This study refers to the definition of iris, one of these biometric based security systems. Iris recognition is also one of the methods of digital identification. Iris recognition is a system based on studying by scanning iris with high resolution cameras and comparing it at the time of reading.

In this study, we present a three layered security level enhanced tissue analysis based method for person authentication with iris identification. However, it is aimed to contribute to these areas by providing benefits to the health fields such as entry and exit of the personnel, need for strict security control such as country borders, banks, and entrance to the operating theater.

This paper is organized as the following. Section 2 describes how the iris boundaries are detected and the blob counter and haugman circle algorithms used when determining these boundaries. In section 3, the security layers which is three are analyzed.. In the last section we present the conclusions

2. Detection of Iris Boundaries

Up to this day, studies on iris recognition have been made in different approaches such as phase information base, zero crossing basis and tissue analysis base for the analysis of iris (Yuanning et al, 2015). In this project, tissue analysis based on these approaches is used for iris recognition.

In this section, the aim is to determine the boundaries of the iris. The iris has two boundaries that must be determined, an outer boundary and an inner boundary that defines the middle pupil. For this, edge detection, filtering and segmentation

algorithms of the image processor are used. As a result of this operation, unnecessary fields in the image will be cleared and ready iris is obtained. The output the result of this operation illustrated in Figure 1.

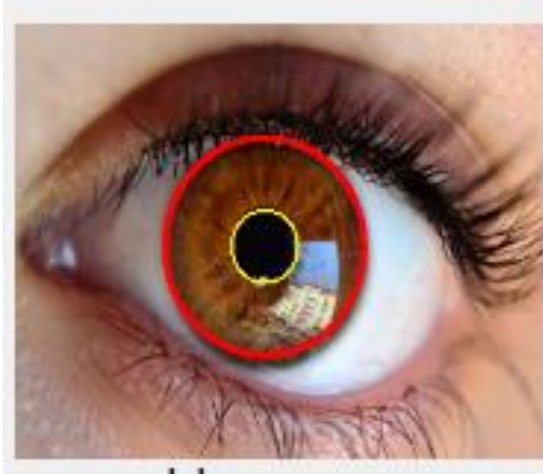


Figure 1. Detection of iris boundaries

Before determining the outer border of the iris, it is necessary to determine the inner border which forming the pupil. The image is passed through gamma correct and gaussian filters to remove noise from the original image. After the noise-free image is subjected to inverse processing, gray conversion is performed. The threshold is set by specifying a threshold value on the image that has been Gray transformed. The objects on the image are then detected after thresholding.

2.1. Blob counter

The blob counter is an algorithm that can find the objects in the image sent to it (Çakır et al., 2013.) After the threshold is set in the project, the image is sent to the blob counter algorithm to determine the objects in the image. As a result of the experiments, it is determined that the pupil has a value within the range of 10 to 50 pixels, so the blob counter is limited to these values to prevent unnecessary objects from being moved backwards. Figure 2 shows the view of the objects obtained from the image that comes to it as a result of the execution of this algorithm.



Figure 2. Objects found with blob counter

2.2. Haugman circle

The Haugman circle is an algorithm that finds objects that are similar to the circle sent to it (Erişti, 2010). We only need objects that look like circle because we try to find the pupil in our work. With this algorithm, the inner boundary of iris in other words the pupil is found. This algorithm is also used to find the outer boundary of the iris. If the pupil is the smallest, the diameter of the iris is 2.5 times the radius of the pupil. Starting from 2.5 times distance from the center of the pupil, the circle search is performed again with the haugman circle. Each time a search is made until a circle is found by reducing by 10%. As a result of these operations, the inner and outer boundaries of the iris are determined. The pupil with the haugman circle is shown in figure 3. The iris with boundaries is enclosed in a rectangular frame and cropped from the source image.

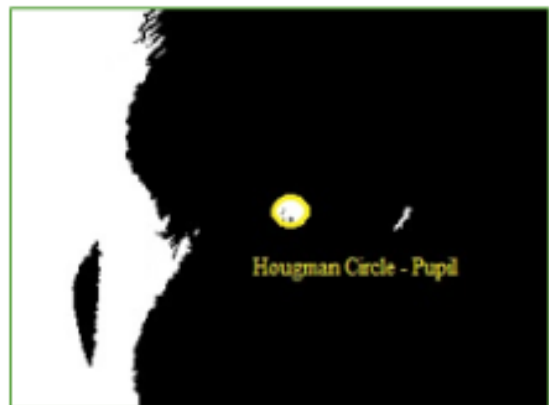


Figure 3. Pupil with haugman circle

3. Analysis of Security Layers

This study proposes a method based on a three-tiered security analysis with enhanced level of security for people recognition with the help of iris. Unlike other studies, this study carries out the identification of persons by examining factors such as eye color and iris diameter and eye diameter as well as iris texture. Eye color in the first layer, ratio of the diameter of the iris to the diameter of the eye blade in the second layer, and tissue analysis in the third layer is implemented. Once the boundaries of the iris are detected, this image is cropped from the original image to obtain an image that is only iris.

3.1. Analysis of first security layer

Once iris boundaries are detected, layers will be analyzed. The first layer of the project is color analysis. Colors are expressed as values between 0 and 255. The heat map is used for color analysis. The nearest value pixels are grouped and the standard deviation of these groups is taken and a value is obtained for the image. The values of the color tone in the eye is determined and values obtained below and above this value is accepted by adding a certain tolerance value to the obtained value.

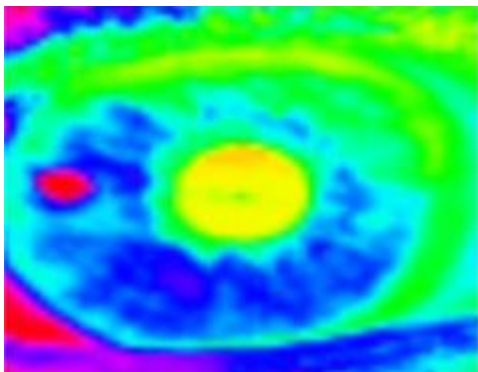


Figure 4. Analysis of iris color

3.2. Analysis of second security layer

In this layer, the area of the iris boundaries and the area of the eyeball are compared to obtain a value that is different for each eye. The presence of the iris domain is detected in the previous section. To find the area of eyeball the haar cascade eye class of the haar cascade library is used. Haar cascade is an algorithm that trains cascade objects and allows them to be found in the given image. In the image

given in the study, eye scanning is done with haar cascade. The eye that is found is contained in the rectangle. Lastly, the ratio of these areas to each other is found. This ratio is shown in figure 5.

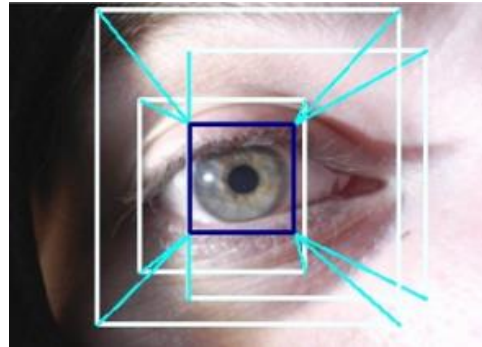


Figure 5. Analysis of proportion of areas

3.3. Analysis of third security layer

The last layer of analysis is the analysis of Layer 3 texture. This layer consists of the steps of normalization and feature extraction to determine the structure of the iris texture. In order to overcome the adverse effects of the images, all iris images must be expressed in equivalent dimensions and therefore iris normalization should be done. The extraction of the is performed using the normalized iris pattern.



Figure 6. Calculated iris code

Creation of Iris code: After the examination on 3 layers, the code to generate the key task is generated from the iris image obtained with the software produced. This allows the code generated database to perform a quick comparison with other codes. The code generated during these operations is encrypted.

Identification: In the test phase, an iris image taken with the camera from the live eye is obtained from the data obtained after passing through all the steps described above, and the identity of the iris is determined. The iris code generated from the live eye snapshot soon be able to map from the database containing another previously registered iris code. This comparison is performed by the hamming distance algorithm.

The algorithms generated in the working phase of this project are written in Emgu Cv platform which is an image processing library adapted to OpenCV C EmguCV is a library with image processing functions in net-based programming languages (Yang, et al., 2017). My Sql is also used for the database created from the images taken with the camera.

4. Conclusion

Detecting the iris in a noisy image is difficult process. So, first of all noise is removed by using gaussian and gamma correct algorithms from the original image. The inner and outer boundaries of the iris are determined with the blob counter and the haugman circle algorithms. In the first layer, color analysis is done using the heat map. In the second layer, the ratio of the iris are to eyeball are is calculated. Then, in the last layer, the iris tissue analysis is examined and the iris code is generated.

The proposed algorithm brought a different perspective to the recognition of iris. Parameters that are not previously considered in the recognition of iris are evaluated in this study and a study that yielded a fast match with high accuracy is obtained. The study consists of two databases. One of these contains data from the CASIA database. The other consists of the data obtained in real time. The study is tested on 50 images in the CASIA database and 88.7% success rate is achieved. In the real-time part, 25 people are tested and 84.6% success rate is achieved.

Acknowledgements

This work was supported by Research Fund of the Karabuk University. Project Number: KBÜBAP-17-YL-246. We would like to thank the Karabük University BAP Coordinator for their support.

References

- Abate, A.F., Barra, S., Gallo, L., Narducci, F. (2017). Kurtosis and skewness at pixel level as input for SOM networks to iris recognition on mobile devices. *Pattern Recognition Letters*, 91, 37-43.
- Akçay, M., Çetinkaya, H.H. (2011). Kampüslerde Uygulanan Yeni Biyometrik Sistemler, Akademik Bilişim Konferansları, 11, Malatya-Türkiye.
- Çakır, A., Volkan, A., Akbulut, F.T. (2013). Iris Tanıma Sistemleri ve Uygulama Alanları. 5, Akademik Bilişim Konferansları, 13, Antalya-Türkiye.
- Erişti, E. (2010). Görüntü İşlemede Yeni Bir Soluk, *OPENCV 223-224 Akademik Bilişim*, 10, Muğla-Türkiye.
- Gorkan, G., Akan, A. (2005). A new iris recognition method based on texture analysis. In *Signal Processing and Communications Applications Conference*, 2005. Proceedings of the IEEE 13th (pp. 195-198). IEEE.
- Jain, A. K., Ross, A., Prabhakar. S. (2004). An Introduction to Biometric Recognition, *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, 14(1):4-20.
- Kamal, H., Ujwalla, G., Yogesh, G. (2015). Neural Network Approach to Iris Recognition in Noisy Environment, *International Conference on Information Security & Privacy (ICISP2015)*, 11-12 December 2015, Nagpur, INDIA.
- Tekyıldız, A., Güllü, M. K., Urhan, O. (2015). Iris Recognition System Based On Fast Iris Localization And Phase Correlation Matching, *İşaret Ve Görüntü İşleme Lab. (Kulis)*, 4-5.
- Yang, H., Konstantinos, S., Gareth, H. (2017). A novel iris weight map method for less constrained iris recognition based on bit stability and discriminability, February, Pages 168–180
- Yuanning, L., Fei, H., Xiaodong, Z., Zhen, L., Ying, C. (2015). The Improved Characteristics of Bionic Gabor Representations by Combining with SIFT Key-points for Iris Recognition. *Journal of Bionic Engineering* 12, 504–517.

Development of The Road Analysis System to Provide the Fuel Efficiency Awareness in the Vehicles

H. Bülbül^{1*} A. Böğrek¹

Abstract: Damaged roads, speed bumps and potholes are quite annoying for drivers. Bad roads that damage the suspension system can cause accidents as well as damage to cars. In this study acceleration-deceleration parameters of vehicles are measured by using mems based accelerometer depending on the road condition. In this way, the driving characteristics of the driver can be observed. After determining a rating system based on classes of vehicle acceleration, drivers can be compared their driving characteristics with this system. The vehicle drives can be encouraged to use with low acceleration. When specified acceleration level is exceeded, visual and audible warning system is activated and the driver is alerted. The drivers are encouraged to use the vehicle with low-level acceleration. It means leads to a reduced fuel consumption, reduced exhaust emissions and longer life of the vehicle. For this aim, 7480 measured data (2451 for shock absorber test, 5029 for determining the barriers on the road) were analyzed. The results were plotted and proved to be quite similar to each other. So, the developed economic system could be an alternative to the test methods used in the industry.

Keywords: Accelerometer, microprocessor, road analysis, shock absorber, fuel efficiency

1. Introduction

During the acceleration and deceleration of the vehicle, inertia forces are generated in the vehicle in the reverse direction. The force encountered during the movement of the vehicle is called the "Acceleration Resistance", since it is opposite in direction to the acceleration and consists of the inertia forces of the masses in linear motion and the rotational inertia forces of the wheels (Cetinkaya, 2010). Braking, accelerating, and changing the direction of a vehicle creates momentum on the vehicle (Bayrakçeken et al., 2009). For this reason, acceleration and deceleration of the drivers cause acceleration resistance on the vehicle. There are systems that provide audible stimulation to drivers according to acceleration resistance, allowing them to drive more controlled (Sümbül, 2013; Pothole, 2017). But these systems are not cheap and do not have widespread use.

2. Material and Method

The data recording and transfer system consists of 3 parts; microcontroller data acquisition unit, data transfer unit and software. The system includes Arduino Mega microcontroller, 2x24 character LCD display, ADXL345 acceleration sensor, and SD memory and data transfer circuit. All of the power is fed from a 12V battery source. In the system, the acceleration changes in the X, Y and Z axes of the vehicle are measured in real time with the accelerometer and recorded on the SD card during driving. The measurements were carried out at varying speeds (20km / h, 30km / h) on a track that 120m long with 3 barriers. Drive speed and road obstacle conditions are analyzed in 3-axis in the Cartesian coordinate system.

2.1. Test Racecourse

The measurements were carried out in front of Yesilyurt D.C. Vocational School, Ondokuz Mayıs University in Samsun, Turkey. The test racecourse consists of a road with a total length of 120m with 3 barriers. The distance between the barriers is

¹ Ondokuz Mayıs University, Yesilyurt Iron and Steel Vocational School, 55300, Samsun, TURKEY

*Corresponding author (İletişim yazarı): harun.sumbul@omu.edu.tr

Citation (Atıf): Bülbül, H., Böğrek, A. (2017). Development of The Road Analysis System to Provide The Fuel Efficiency Awareness in the Vehicles. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 6-9.

measured as 25m and 28m. The barrier height is about 10 cm. Figure 1 shows a space view of the area where the measurements are performed.

Only the first word of the subtitle will be capitalized. The article will be written in Times New Roman in 10 pt with a single line spacing. Only the first word of the subtitle will be capitalized. The article will be written in Times New Roman in 10 pt with a single line spacing.



Figure 1. The view of the area where the measurements are performed.

2.2. Acceleration Sensor

MEMS semiconductor technology combines micromechanical structures and electrical circuits on a single silicon chip. With this technology, MEMS based accelerometers sense acceleration on one, two or even three axes, with analog or digital outputs. The ADXL345 is also a MEMS based 3-

axis accelerometer with digital output. It is manufactured by Analog Devices Inc. It features a selectable $\pm 2\text{-g}$, $\pm 4\text{-g}$, $\pm 8\text{-g}$ or $\pm 16\text{-g}$ measurement range (selected the $\pm 2\text{g}$ setup in this study); resolution of up to 13 bits; fixed 4-mg/ least significant bit (LSB) sensitivity; a tiny 3-mm \times 5-mm \times 1-mm package; ultralow power consumption (25 μA to 130 μA); standard 2-wire Inter-Integrated Circuit (I2C) and Serial Peripheral Interface (SPI) serial digital interfacing; and 32-level first in first out (FIFO) storage (Ning, 2009). MEMS accelerometers that are used from military areas to health care industry have been explained in (Goetenberg at al, 2007; Sumbul at al, 2016). Hence, this combination of features makes the ADXL345 an appropriate accelerometer to observing the movements of diaphragm for our study. Figure 2 shows the accelerometer used in the experiments

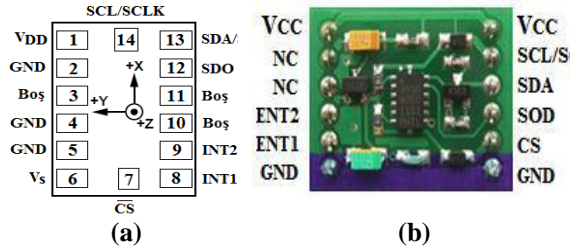


Figure 2. ADXL345 accelerometer, a) pin structure, b) circuit structure (Analog Devices, 2017).

2.3. Measurement Device

At the control circuit, an acceleration sensor which has the ability to define position by using 3-axis cartesian coordinate systems is used to measurement of accelerations from the car. The accelerations data measured by the sensor were recorded on the SD card (32 GB). Figure 3 shows a block diagram of the designed and realized system.

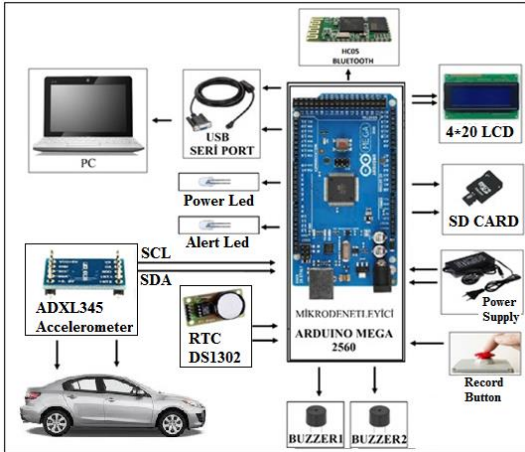


Figure 3. The block diagram of designed and realized system.

Sampling frequency of designed and realized system is 20Hz. Each 32-bits of float received data are composed of x, y and z data. Thereby, the amounts of data transferred are $20 \times 3 \times 32 = 1920$ bits / sec and it is suitable for a wireless transmission.

The circuit of the system was composed of Arduino Mega (preferred because of the need for the number of peripheral ports) microcontroller (licensed with Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5), 4x20 character LCD display, accelerometer sensor, SD memory component, RTC (real time clock, produced by the Dallas company,) and a button (for recording). The required power for the entire circuit has been obtained from a circuit containing a 12V battery. Arduino board is being programmed with the Arduino Software (IDE). V.1.6.4 software was used to program the Arduino microcontroller. The accelerometer was extended via a cable (usb type of cable) during the tests.

The acceleration sensor was positioned on the right front suspension system of the vehicle, perpendicular to the Z-axis. So Z axis information was used in the measurements.

3. Results

Firstly, in order to examine and compare the performance of the developed analysis system, the vehicle’s shock absorber test was performed. During the test, the real test device used in the industry and the developed system were connected together to a car and the shock absorber test was

carried out simultaneously (At SERP car vehicle test center, Samsun). Measured 2451 z-axis data were analyzed. The results were plotted and proved to be quite similar to each other. Figure 4 shows simultaneously shock absorber test results. So, the developed economic system could be an alternative to the test methods used in the industry.

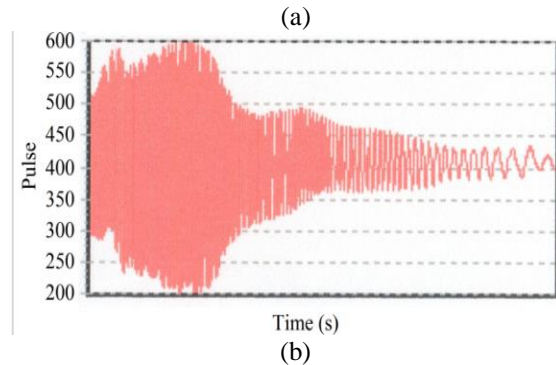
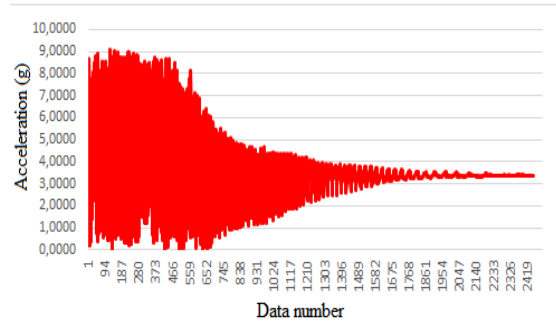


Figure 4. The shock absorber test results, a) developed device, b) industrial test device.

Secondly, 5029 Z-axis data were analyzed with the aim of determining the barriers on the road. The maximum acceleration that occurs when passing through 3 points on the road (look at figure1) belongs to where the barriers are located. Figure 5 shows the accelerating response of the on-road disturbance to the vehicle in terms of vehicle speed (20Kmh, 30Kmh).

The three vertical piles shown in Figure 5, represents the presence of the barrier and the situation that occurs when the vehicle crosses the barrier. As can be seen, the number of barriers on the road has been achieved successfully and clearly. Similarly, pits on the road can be found easily with this device. While the column length represents the height of the barrier on the road, column width represents the length of the barrier on the road. Figure 5 also gives information about the speed of the vehicle and the vehicle's barrier speed.

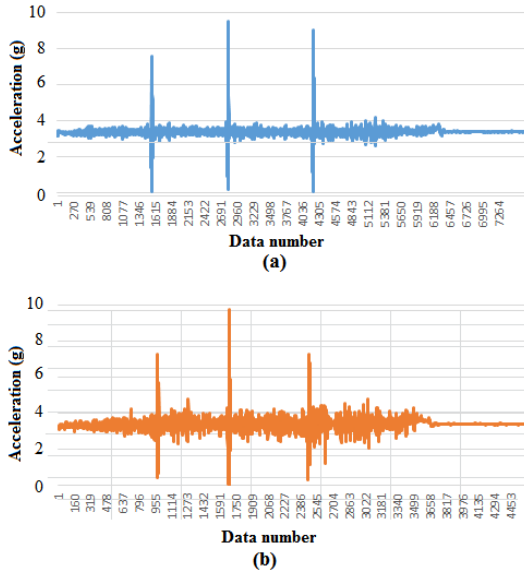


Figure 5. Accelerating response of the on-road disturbance to the vehicle in terms of vehicle speed, (a) 20Kmh, (b) 30Kmh.

4. Discussion and Conclusions

Thanks to the designed system, acceleration control can be provided in the cars. The drivers are alerted by the warning system to reduce their acceleration and thus do not make unnecessary acceleration or deceleration depending on the road conditions during driving. Thus, unnecessary fuel consumption can be avoided, which can be caused either by driver use or by roadside faults. The design can be controlled with accelerometer and software to be added to the Electronic Control Unit (ECU) in the newly manufactured vehicles. Moreover, once the average acceleration value reaches the limit value, the ECU can reduce the acceleration by controlling the fuel system through the software to be developed. With this system, an acceleration rating system standard to be prepared according to vehicle class will be established. According to this standard, the comfort of public transportation is increased by restricting acceleration to public transport vehicles. Private fleet companies can improve their fuel consumption by limiting the driver's use of accelerated vehicles. This will provide a safer traffic environment. Automotive factories can optionally offer average acceleration monitoring systems to customers to drive their vehicles with minimal fuel consumption in urban traffic.

Damaged roads, speed bumps and potholes are annoying for drivers. Bad roads that damage the suspension system can cause accidents as well as damage to cars. In this study acceleration-deceleration parameters of vehicles are measured by using mems based accelerometer depending on the road condition. For this aim, 7480 measured data (2451for shock absorber test, 5029 for determining the barriers on the road) were analyzed. The results were plotted and proved to be quite similar to each other.

References

- Analog Devices Digital Accelerometer ADXL345, (2017).[Online].Available:<http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Accelerometer/ADXL345.pdf>
- Bayrakçeken, H., Yeşilirmak, M. (2009). Taşıtlarda ivmenin etkileri ve ivme ölçümleri. in Proc., IATS'09,pp: 2013-2016.
- Cetinkaya, S. (2010). Taşıt Mekaniği, 5th ed. Intanbul, Turkey: Nobel Publishing.
- Goetenberg, D., Veltink, P. H., Slycke, P. J. (2007). Ambulatory position and orientation tracking fusing magnetic and inertial sensing. IEEE Transactions On Biomedical Engineering, 54(5), 883-890.
- Ning, J. (2009). Detecting human falls with a 3-axis digital accelerometer. Analog Dialogue 2009: 43-07, [Online]. Available: http://www.analog.com/library/analogdialogue/archives/43-07/fall_detector.html, access date: 11/08/2017, time: 11:51.
- Pothole A. (2017). [Online]. Available: <http://www.log.com.tr/googlelan-yol-cukurlarini-tespit-eden-sensor-teknolojisi/>
- Sümbül, H., Boğrek, A. (2013). MEMs Tabanlı İvmeölçer Kullanılarak Araçlarda Yakıt Ekonomisi Farkındalığı Sağlayan Bir Sistemin Tasarımı. Türkiye Otomotiv Sektöründe AR-GE Proje Pazarı, Proje Tanıtım Kataloğu, ISBN:978-605-4796-00-7.
- Sümbül, H., Yüzer, A.H. (2016). 3D Monitoring of lying position for patients with positional sleep apnea syndrome. Journal of New Results in Science, 12(2016). 59-70.

Real-Timely Decrease of Snoring in Patients with Severe Degree of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Using SNORAP

M. Yağanoğlu¹, M. Kayabekir^{2*}, C. Köse³

Abstract: The decrease and/or removal of snoring complaint, a significant social and familial health problem, is an important medical issue that needs to be solved interdisciplinary for sleep medicine. Surgical techniques and technological studies related to this topic have been mentioned in a few articles. SNORAP, developed by Yağanoğlu et al (2017), is a wearable device that operates just by the application of vibration to the patient. SNORAP is a device designed to improve the sleep health of snoring patients especially with Sleep Disordered Breathing (SDB). In this study, the detection of snoring sound at patients with severe degree obstructive sleep apnea syndrome (OSAS), and the effect of SNORAP device on snoring sound in these patient group were investigated. SNORAP consists of Raspberry Pi, Grove, microphone, vibration motor and screen. It uses the SNORAP audio fingerprint (AF) method to detect the snoring sound. AF is a short digital summary of the quick index and audio object that can be used to introduce the short and unlabeled part of the audio signal to correspondences at audio database, and similar elements. First of all, SNORAP performs sampling by receiving audio data with a microphone. Secondly, spectrograms are obtained from the audio data. Thirdly, peak points are found, and the summarization of fingerprint is created. Finally, SNORAP detects whether this is a snoring sound or other sounds, through database. SNORAP was applied to 2 voluntary patients (male, mean age: 49, body mass index average: 27.5) diagnosed with severe OSAS in company with polysomnography (PSG). The experimental protocol was performed in the form of a night sleep test to the volunteers, by using and without using SNORAP, with a week interval, in a sleep and electrophysiology laboratory under the supervision of the responsible physicians and technicians. The resulting data were analyzed by a sleep medicine physician, in accordance with the 2007 American Academy of Sleep Medicine (ASSM) criteria. PSG, known as a night sleep test, has sensors that measure body systems for all purpose. This study was conducted especially on the basis of snoring sensor of PSG. Patients who diagnosed as severe OSAS, accepted to sleep laboratory two times for a night-sleep test, first with SNORAP, later without SNORAP. The snoring parameters of the first volunteer patient whose number of snoring 716/night and average amplitude of snoring 50 μ V before using SNORAP was high, decreased after using SNORAP (number of snoring: 98/night, average amplitude of snoring: 3,52 μ V). The snoring parameters of the second volunteer patient whose number of snoring 1738/night and average amplitude of snoring: 62,5 μ V before using SNORAP was high, decreased after using SNORAP (number of snoring: 81/night, average amplitude of snoring: 1,40 μ V).

Keywords: Snoring, SNORAP, Severe Degree Obstructive Sleep Apnea Syndrome, Audio Fingerprint, Wearable Processing.

1. Introduction

Technological developments in health care services aim at increasing life quality by providing people with better treatment and doing supporting

works for the emergence of healthy communities for the future. In this direction, disciplinary studies have increased with the contribution of the discipline of medicine as well as of engineering and diagnosis and treatment of diseases have been

¹Ataturk University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 25240, Erzurum, Turkey

²Regional Training and Research Hospital, Sleep Disorders Center, Electrophysiology Laboratory, 25240, Erzurum, Turkey

³Karadeniz Technical University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 61080, Trabzon, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): kayabekirmurat@gmail.com

Citation (Atıf): Yağanoğlu, M., Kayabekir, M., Köse, C. (2017). Real-Timely Decrease of Snoring in Patients with Severe Degree of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Using SNORAP. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 10-17.

provided in short-term. One of the important fields of study on health is the studies on sleep physiology and sleep disorders. These studies are done at sleep labs having information about people's sleep physiology by getting electrophysiological signal records from body systems. These labs include practitioners specialized on sleeping medicine, sleeping technicians and other allied health personnel. Sleep physiology and disorders is a multidisciplinary field of study relating to lots of medical fields impressing all body systems, notably brain. It is too difficult and demanding to diagnose that kind of interpenetrated activities. As sleeping and electrophysiology labs help sleep disorders to be diagnosed and treated, they allow for developing new diagnosis and treatment tools for the disorders at the same time. While these labs really provide that one understands a lot of physiologic mechanisms' relations with each other in body, they strengthen scientific curiosity of the researches on both medicine and engineering fields. SNORAP has been developed as a part of that curiosity.

Sleep is a physiologic process being necessary for people to function daily. This process is completed every night, regularly and constantly. Human brain, a part of biological rhythm, has a more true mechanism by catching dark and day moments. Sleep is a mixture of physiological and behavioral processes.

For a quality wakefulness within day, we need a quality sleep throughout the night. A person sleeps in one third of his life. Balance of that important sleep physiology for life shouldn't be deteriorated. Sleep-related breathing disorders have been tried to be understood curiously in terms of research, diagnosis and treatment (Table 1) (Medicine, 2005). Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) from this group of sleep disorders is of special interest by researchers because of its systemic impacts on human body (Table 2).

Table 1. Sleep-Related Breathing Disorders

Sleep-Related Breathing Disorders
Primer Snoring, Simple Snoring
Central Sleep Apnea Syndromes
Obstructive Sleep Apnea Syndromes
Sleep-related hypoventilation/hypoxemia syndromes

Table 2. OSAS Classification

Apnea Hipopnea Index	OSAS Degree
5<	Normal
5-15	Mild
16-30	Moderate
>30	Severe

OSAS is an important sleep disorder that deteriorates sleep physiology because of repeated upper airway obstructions throughout the night (respiratory standstill for at least 10s or over it; apnea or decrement; "hypopnea") and that damages all body and organ systems like brain and heart. The most frequent symptom of OSAS is snoring. Along with snoring, apnea observed by bed partner or family is its another important complaint. Day sleepiness originating from apnea attacks leading to a person's sleep interruption throughout the night forbids his intraday activity of the patients with OSAS mentally and physically. Because this disorder exercises influence over all systems, weight creep, increase of weights, waking up with apnea, waking up because of his own snoring sound, sweating on breast and back of the neck overnight, nocturia, enuresis, sexual impotence, depression, anxiety, forgetfulness, attention deficit, difficulty in concentration, problems on learning, headache and dryness of the mouth on the morning, bruxism, insalivation, insomnia, sleep walking and reflux symptoms should bring OSAS to mind (Guilleminault et al., 2006; Karacan and Karatas, 1995). Gold standard method in diagnosis is polysomnography (PSG) known as a sleep test for a single night. Non-diagnostic and untreated disorders are important reason for morbidity and mortality: "Loss in cognitive functions, decrement in life quality, increment in traffic and work accidents associated with day sleepiness, hypertension, arrhythmia, coronary artery disease, impaired glucose tolerance, increment in health expenses and increment in mortality" (Young and Peppard, 2000).

Snoring is a medical and social complaint affecting both sleeping and general health of mothers, fathers and children. It considerably affects married life and interaction between partners. Snoring occurs based on tissue vibrations in upper airway while breathing in sleep. That vibration of upper airway is generally formed in velum, tongue

base or posterior pharyngeal wall (Ayappa and Rapoport, 2003; Urschitz et al., 2004).

SDB called simple snoring or primer snoring is a situation that regularly continues but doesn't lead to extreme day sleepiness and interruption of sleep. Only if who snores is woken up by his bed partner, it would lead to interruption of sleep and insufficient sleep. In the cases of snoring man, the risk of progress of OSAS is high in 10 years. Predisposing factors for snoring can be listed as the gender of man, obesity, alcohol, use of sedative medicine, smoking and nasal obstruction (Gavriely and Jensen, 1993; Urschitz et al., 2004). Hoffstein et al. said that there is no standard method of measurement for snoring and ear of the person witnessing snoring measures it in fact. Volume of snoring can show difference between patients and in the same patient between nights, be constant or discrete. According to acoustic analyses, it can be 200 Hz on the level of palate and 1000 Hz in tongue base (Gavriely and Jensen, 1993; Hoffstein et al., 1994).

Snoring acoustic analyze studies and some important scientific studies presenting the relation of snoring with SDB should be mentioned here: It was argued by Cohen and Lieberman that analysis and classification of snoring signals occurring during inhalation and exhalation can be considered as an objective criterion to be able to be used by practitioner in treatment to apply to patient (Cohen and Lieberman, 1986). Sound records gotten through sticking a miniature microphone on chins as 1 cm below from lips of the patients while getting PSG records have been analyzed on time and frequency domains by Fiz et al. (Fiz et al., 1996) on seventeen patients (seven out of them have never smoked and are with simple snoring diagnosis and ten out of them are with OSAS diagnosis).

Sola-Soler et al. (Sola-Soler et al., 2007) have recommended a new method to identify electrophysiological characteristics of snoring in the patients with sleep apnea in their studies. It was set forth by Beck et al. (Beck et al., 1995) and Fiz et al. (Fiz et al., 1996) that analysis of snoring voices can be taken advantage of in determining such SDB as OSAS and upper respiratory airways.

Ng et al. (Ng et al., 2009) have applied wavelet bicoherence analysis from multiple spectrum wavelet analysis techniques to snoring voices. Remarkable differences have been found between

the patients with OSAS and simple snoring in terms of the parameters of peak frequency and total peak frequency obtained from the analysis.

Snoring voices are generally reviewed by electrode microphones, a dielectric part of matters attached on patient's chest wall or neck region or capacitor microphones hanged in a distance of 15-20 cm meter from patient's lip-length in studies by PSG and other sleep analysis devices. Snoring voices are kept on computer by transforming into a digital signal by analog/digital converter. Such reviews as generic and regular sound level analysis, time and frequency domain analysis, power spectrum analysis, linear prediction coding analysis and multidimensional voice parameter analysis have been made for measurement and analysis of the signals kept on computer.

Just as snoring isn't sufficient by itself while diagnosing OSAS, there may be OSAS without occurrence of distinct snoring. However, every degree of OSAS can be together with the complaint of snoring. In the cases of those with mild- and moderate degree OSAS with the complaints of snoring (Table 3), SNORAP is a device that has contributed to treatment of sleep disordered breathing in terms of decrement in the number and severity of snoring and apnea-hypopnea and whose prototype has been created by ourselves (Yağanoğlu et al., 2017). In this study, the impact of SNORAP on the number and severity of snoring voices has been tried to be understood in 2 volunteer cases with severe degree OSAS.

Table 3. Patient groups SNORAP contributed in treatment

Simple Snoring Patients
Mild Degree OSAS Diagnosed Patients with Snoring Complaints
Moderate Degree OSAS Patients with Snoring Complaints
In normal patient groups (increased snoring and apnea)

2. Material and Method

2 man volunteers have been included in the planned study in accordance with Declaration of Helsinki. Experimental procedure belonging to the device tried on volunteers having respiration disorder in sleep (Table 4) is as the following: Firstly, night PSG records have been gotten from volunteers with the only aim of diagnosis. Then, PSG records have been gotten with the application of SNORAP (Figure 1 example record). At first night, severe degree OSAS has been diagnosed on volunteers by the practitioner receiving education on medicine of sleep, MD specialist of physiology. At second night, SNORAP application has been performed under the surveillance of sleep technicians at the same time with PSG. Number and severity of snoring belonging to those records of two nights have been compared.

Table 4. Characteristics of volunteers with sleep disordered breathing. BMI: Body Mass Index, AHI: Apne Hipopne Index, AI: Apne Index, TST: Total Sleep Time, SE: Sleep Efficiency)

	First Volunteer Patient	Second Volunteer Patient
Age	32	68
BMI (Kg/m ²)	25,8	31,5
AHI	%78	%54,4
AI	%58,9	%51,4
TST (min)	260	261
SE	%63	%81

2.1. Psg recording

In PSG, measurements are made of the electroencephalogram (EEG), electro-oculogram (EOG), and electromyogram (EMG) for muscle tone, respiratory airflow, respiratory effort, arterial oxygen saturation, snoring intensity, electrocardiogram, and EMG of the anterior tibialis muscles (Figure 1).



Figure 1. PSG recording and SNORAP

Assessment of respiratory events observed in sleep and sleep stages has been made according to the guide of AASM-2007. Apnea is the shortness of orinasal air flow for at least 10 seconds. Hypopnea is defined as a 3% decrement in oxygen saturation with decreasing by at least 50% in orinasal air flow or arousal track. Arousal is to wake up while sleeping or transition to more superficial sleep stage.

AHI is division of the sum of numbers of apnea and hypopnea seen in sleep by hourly time of sleep. Thanks to this value, degree of disorder is determined. In case this index is bigger than 5, it can be said that there is sleep apnea syndrome but clinically important value is 15 and bigger than it. Amplitude and frequency of snoring is monitored by snoring sensor channel belonging to PSG (Figure 2).

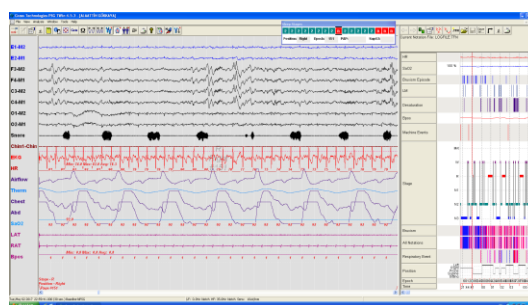


Figure 2. Snoring trace in 9th channel on PSG screen is seen

2.2. Snorap

SNORAP is composed of Raspberry Pi, Grove Pi, Vibration Motor, Microphone, Heart Rate Sensor and Screen parts as seen in Figure 3. Raspberry pi is a full equipment minicomputer composed of a single credit card-size board. Grove is plugged on Raspberry Pi without needing any other connection. Vibration motor works as connected to Grove module. If SNORAP determines any snoring voice, vibration would work. Magnitude of the vibration can be adjusted with respect to person. Microphone is connected to Raspberry Pi thanks to USB sound card. After microphone receives sound, it is transmitted to Raspberry Pi environment by sampling. After sound is received from microphone, it is determined by Audio Fingerprint method whether that sound is a snoring or not. Heart Rate Sensor measures heart rate. This sensor is connected to user by finger clip and if value is smaller or larger than determined reference values (40-120/min), it sends frequent vibrations to keep user away from heart problems. Screen provides whether user snores real-timely or not and that we easily see heart rate (Yağanoğlu et al., 2017).

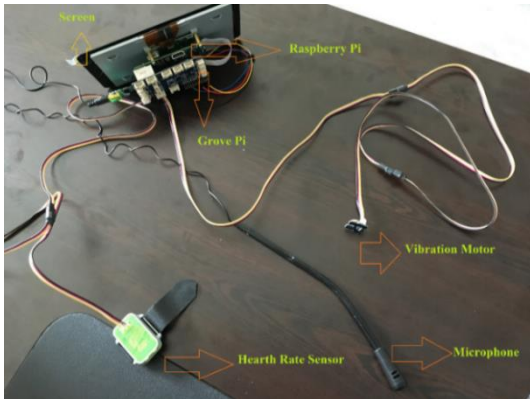


Figure 3. Prototype of SNORAP

As speech recognition method in SNORAP, Audio Fingerprint (AF) has been used. AF is brief summary of a voice file. Sound track is a brief digital summary of rapid index and sound object to be able to be used to identify short and untagged part of sound signal to corresponding ones or similar elements in sound database. As audio fingerprint, combinations created by taking advantage of differences of time and frequency between peak points in spectrogram have been used. Firstly, sound data received has been sampled. According to Nyquist-Shannon Sampling

Theorem, 44100 samplings are made per second. Because received samples are a kind of signal, spectrogram of the sound has been created. Thus, Fast Fourier Transform is used from sound samples in little time windows. Amplitude peak points of sound signal have been found from its spectrogram and time corresponding to the value of amplitude, the biggest one of the adjacencies around that peak point, is frequency pair. By using frequency values and time differences of peak points found, fingerprint is created. When we find peak points, there can be similar peak points, therefore a summary to distinguish sounds by considering with time difference between Spectrograms' peak points and peak-frequency combinations has been created (Yağanoğlu et al., 2017).

One of the factors to determine availability of a recognition system is that an unknown part of sound can be effectively compared to known millions of sound parts. Comparison method depends on fingerprint model. General approach here is to create an index structure to decrease the number of distance calculations when an inquiry is given. The fingerprint model we have created is coincided with new sound data. As a result of search in the database, a certain level of matching has been obtained with some sound parts. To express the amount of matching with sound parts, distance calculation methods are used. Sound part whose distance is the shortest is the biggest candidate. Our system distinguished sound coming whether it is snoring or another sound and if it is snoring sound, it would send signals to user.

3. Results

3.1. Number of snoring

According to review on snore sensor trace in first PSG records belonging to the first volunteer with severe degree OSAS, number of snoring throughout sleep has been found as 716/night. In second PSG records after using SNORAP, number of snoring has been found as 98/night. According to review on snore sensor trace in first PSG records belonging to the second volunteer with severe degree OSAS, number of snoring throughout sleep has been found as 1738/night. In second PSG records after using SNORAP, number of snoring has been found as 81/night (Table 5 and Table 6).

3.2. Snoring amplitude

According to review on snore sensor trace in first PSG records belonging to the first volunteer with severe degree OSAS, average amplitude of snoring throughout sleep has been found as 50µV. In second PSG records after using SNORAP, average amplitude of snoring has been found as 3,52 µV. According to review on snore sensor trace in first PSG records belonging to the second volunteer with severe degree OSAS, average amplitude of snoring throughout sleep has been found as 62,5 µV and average amplitude of snoring has been found as 1,40 µV in second PSG records after using SNORAP (Table 5 and Table 6).

Table 5. Comparison of Patient1

	Before SNORAP (Volunteer Patient 1)	Using SNORAP (Volunteer Patient 1)
Number of Snoring	716	98
Snoring Amplitude	50µV	3,52 µV

Table 6. Comparison of Patient1

	Before SNORAP (Volunteer Patient 2)	Using SNORAP (Volunteer Patient 2)
Number of Snoring	1738	81
Snoring Amplitude	62.5 µV	1.40 µV

4. Discussion and Conclusions

Snoring is a social problem leading to embarrassment in society and even affects married life. Volume of snoring can vary between patients and in the same patient between nights and be continuous or discrete. Simple snoring is a situation that doesn't lead to continuous interruption of sleep. However, if he is woken up by his bed partner, it would lead to interruption of sleep and insufficient sleep. In the cases of man with snoring, the risk of progress of OSAS in ten years has risen (Lindberg et al., 1999). It has been foreseen that hypertension in severe degree snoring ones is found as multiplication of the normal value by 1,4, myocardia infarcts is found as multiplication of the normal value by 1,34 and decrement is found as multiplication of the normal value by 1,67 independently from age, gender,

body mass index, diabetes, level of education, smoking and alcohol in the multiple variable analysis (Dunai et al., 2008). Solving problems of the patients with snoring and the complaint of snoring leading to very important social and medical problems has excited our study group and SNORAP is a device that has been prepared by ourselves to solve these problems and our innovative efforts are still continuing on.

The impact of SNORAP, whose use is recommended by ourselves in the cases with mild and moderate degree OSAS with the complaint of snoring, on number and amplitude of snoring has been tried to be understood in two cases with severe degree OSAS in this study. According to results, amplitude and number of snoring of the patients using SNORAP has been found considerably lower compared to previous experiment conditions before using it.

Acoustic analyses for snoring, the most frequent symptom of sleep breathing disorders negatively affecting sleep physiology, are important scientific works for development of diagnosis and treatment. The researchers have noticed the snoring-OSAS correlation and tried to prevent these disorders through acoustic analyses. For example, snoring burst index has been created by analyzing amplitude frequencies of vibration signals on frontal neck during sleep. Emoto et al. (Emoto et al., 2014) have recommended an automatic new method based on PNAR to automatically categorize snoring and breathing voices from sound record and to measure voice signals' forms. Ben-İsrail et al. (Ben-Israel et al., 2010) have developed analysis algorithm for snoring voices all night long that provides prediction of adults' apnea hypopnea index (AHI). SNORAP, which has been designed by Yaganoglu et al. (Yağanoğlu et al., 2017) as a latest and innovative device and whose applications are monitored at lab, determines by Audio Fingerprint method whether voice is a snoring voice or not after receiving voice from microphone. SNORAP, which can isolate snoring voice even in a noisy environment, determines snoring voice at 98,9%.

While the studies done are generally on the level of understanding snoring voice analysis and characteristics of voice signal, SNORAP also sends electrical stimulus in order to decrease amplitude and number of snoring. Just as it positively affects decrement of snoring in patients with mild and moderate degree OSAS, it provides

a recovery in the parameters of AHI, AI, and nocturnal oxygen saturation, increasing sleep quality and is an innovative product. Considering patented devices in the world, SNORAP preserves its originality in terms of its activity, ease of use and recommended disorder indications. It will be put at practitioners' and patients' disposal with the aim of diagnosis/treatment at hospitals and homes as a wearable device in the shortest time.

If you work with a device whose sensitivity to snoring voice is high, your contribution to treating disorders associated with SDB would be proportionately high (Yağanoğlu et al., 2017). SNORAP really sends electrical vibrations to person to change his position while sleeping after determining each one of snoring voices. Thus, it provides decrement in amplitude and number of snoring of the volunteers with severe degree OSAS in this study especially.

Patients with severe degree OSAS breath the air they couldn't throughout the night because of apnea attacks through air-generating devices called continue positive air pressure (CPAP). When they regularly and continuously use, apnea attacks are removed and they are substantially treated. However, amplitude, number of snoring throughout sleep (back-to-sleep position) and even frequency of apnea attacks of the patients with OSAS continue with decreasing in spite of this effective treatment. In this group of patient, the use of SNORAP can be recommended as well as of CPAP. Thus, SNORAP makes an important contribution to success of treatment activity associated with regular use of CPAP by decreasing snoring voice and apnea attacks.

Patients with the complaint of snoring and every degree of OSAS are at cardiac risk. As SNORAP sends tactile stimulus by perceiving signals relating to snoring on one hand, it wakes up by increasing frequency of stimulus out of BPM (number of beat/min) reference values by perceiving heart rhythm changes on the other hand. Heart beats belonging to volunteers included in the study have varied between reference values.

Because snoring and OSAS that will occur in next years will lead to such important problems as "loss in cognitive functions, problems of learning and perceiving, decrement in life quality, traffic and job accidents, hypertension, diabetes, increment in health expenses because of impotence and increment in mortality", studies intended to

decrease and remove snoring voice will provide communities with huge benefits both medically and financially. In addition, decreasing snoring voice will help us solve social problems becoming very important today and ending up with sleeplessness, a significant problem in community and family life, and lack of communication between partners.

References

- Ayappa, I., Rapoport, D.M., (2003). The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep Medicine Reviews* 7, 9-33.
- Beck, R., Odeh, M., Oliven, A., Gavriely, N., (1995). The acoustic properties of snores. *European Respiratory Journal* 8, 2120-2128.
- Ben-Israel, N., Tarasiuk, A., Zigel, Y., (2010). Nocturnal sound analysis for the diagnosis of obstructive sleep apnea, Engineering in medicine and biology society (EMBC), 2010 annual international conference of the IEEE. IEEE, pp. 6146-6149.
- Cohen, A., Lieberman, A., (1986). Analysis and classification of snoring signals, Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on ICASSP'86. IEEE, pp. 693-696.
- Dunai, A., Keszei, A.P., Kopp, M.S., Shapiro, C.M., Mucsi, I., Novak, M. (2008). Cardiovascular disease and health-care utilization in snorers: a population survey. *Sleep* 31, 411-416.
- Emoto, T., Kashihara, M., Abeyratne, U.R., Kawata, I., Jinnouchi, O., Akutagawa, M., Konaka, S. (2014). Signal shape feature for automatic snore and breathing sounds classification. *Physiological measurement* 35, 2489.
- Fiz, J., Abad, J., Jane, R., Riera, M., Mananas, M., Caminal, P., Rodenstein, D., Morera, J. (1996). Acoustic analysis of snoring sound in patients with simple snoring and obstructive sleep apnoea. *European Respiratory Journal* 9, 2365-2370.
- Gavriely, N., Jensen, O. (1993). Theory and measurements of snores. *Journal of Applied Physiology* 74, 2828-2837.
- Guilleminault, C., Poyares, D., da Rosa, A., Kirisoglu, C., Almeida, T., Lopes, M.C.

- (2006). Chronic fatigue, unrefreshing sleep and nocturnal polysomnography. *Sleep Medicine* 7, 513-520.
- Hoffstein, V., Mateika, S., Anderson, D. (1994). Snoring: is it in the ear of the beholder? *Sleep* 17, 522-526.
- Karacan, I., Karatas, M. (1995). Erectile dysfunction in sleep apnea and response to CPAP. *Journal of sex & marital therapy* 21, 239-247.
- Lindberg, E., Elmasry, A., Gislason, T., Janson, C., Bengtsson, H., Hetta, J., Nettelbladt, M., Boman, G. (1999). Evolution of sleep apnea syndrome in sleepy snorers: a population-based prospective study. *American journal of respiratory and critical care medicine* 159, 2024-2027.
- Medicine, A.A.o.S. (2005). International classification of sleep disorders. Diagnostic and coding manual, 148-152.
- Ng, A.K., San Koh, T., Abeyratne, U.R., Puvanendran, K. (2009). Investigation of obstructive sleep apnea using nonlinear mode interactions in nonstationary snore signals. *Annals of biomedical engineering* 37, 1796-1806.
- Sola-Soler, J., Jane, R., Fiz, J.A., Morera, J. (2007). Automatic classification of subjects with and without sleep apnea through snoring analysis, *Engineering in Medicine and Biology Society, 2007. EMBS 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE. IEEE*, pp. 6093-6096.
- Urschitz, M.S., Guenther, A., Eitner, S., Urschitz-Duprat, P.M., Schlaud, M., Ipsiroglu, O.S., Poets, C.F. (2004). Risk factors and natural history of habitual snoring. *Chest Journal* 126, 790-800.
- Yağanoğlu, M., Kayabekir, M., Köse, C. (2017). SNORAP: A Device for the Correction of Impaired Sleep Health by Using Tactile Stimulation for Individuals with Mild and Moderate Sleep Disordered Breathing. *Sensors* 17, 2006.
- Young, T., Peppard, P. (2000). Sleep-disordered breathing and cardiovascular disease: epidemiologic evidence for a relationship. *Sleep* 23, S122-126.

Velocity Estimation of Turkish National Permanent GNSS Network- Active Points Located at Central Anatolia Region

S. Bulbul^{1*}, C. Inal¹, O. Yildirim² and F. Başçıftı³

Abstract: Turkey is located a region where Eurasia, Anatolia and Arab Tectonic plates intersect. The relative movements of these plates according each other cause that the locations of the geodetic points change in cm level per year. For this reason, the changes in the coordinates of the geodetic points should be monitored continuously and the velocities of these points should be determined.

In this study, the current coordinates and velocities of Turkish National Permanent GNSS Network- Active (TNPNGN-Active) points which are located at Central Anatolia Region have been determined at ITRF2008 reference frame and 2005.00 epoch. In the calculation, 11 IGS points have been selected as benchmark points and GNSS measurements which were obtained by selecting a day from every week with equal intervals from 2009 to 2015 have been evaluated with using Bernese v5.2 GNSS software. In addition, the coordinates and velocities of selected points have been obtained from General Directorate of Land Registry and Cadastre. These have been compared by the coordinates and velocities calculated by Bernese v5.2 GNSS software.

Keywords: Velocity estimation, GNSS, Bernese, TUSAGA-Active

1. Introduction

Nowadays, the coordinates of geodetic points are calculated in a specific reference epoch according to the points that are considered to be fixed. In the calculating of the points coordinates, it is accepted that there are relative movements of the points according to tectonic plates in which the points are located. The tectonic plates in which geodetic points are located are moving against each other and change the point coordinates at the cm level per year. Also, if it is considering that our country (Turkey) is located in the earthquake zone, earthquakes affect the positions of the geodetic points in large scale. It is possible to continuously monitor point coordinates with the help of GNSS measurements. With the help of the fixed GNSS stations in our country, geodetic points can be continuously monitored and current point coordinates and velocities can be calculated (Özdemir, 2016).

Turkey is located in the collision zone of the Eurasian, the African and Arab tectonic plates. The

boundaries of the tectonic plates in the region are shown in Figure 1 with the general outlines of lateral motion and normal faults and rupture zones.

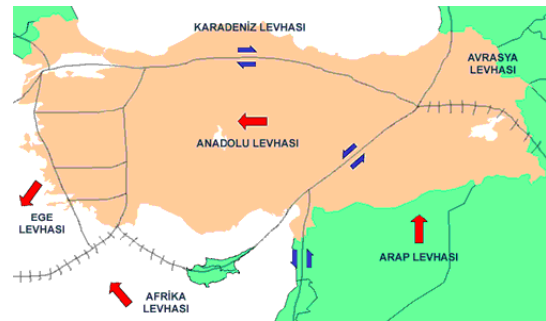


Figure 1. Tectonic plates on which Turkey is located and their movements

Tectonic plate movements in the region; according to the Eurasian plate of the Arabian plate, the movement of the East Anatolian region at a speed of 15-20 mm/year in the north-northwest direction and the rotation of the Anatolian plate to the west

¹Selcuk University, Engineering Faculty, 42075, Konya, Turkey

²Gaziosmanpaşa University, Natural Science and Engineering Faculty, 60150, Tokat, Turkey

³Selcuk University, Kadınhani Faik İçil Vocational School, 42800, Konya, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): sbulbul@selcuk.edu.tr

Citation (Atıf): Bulbul, S., Inal, C., Yildirim, O., Başçıftı, F. (2017). Velocity Estimation of Turkish National Permanent GNSS Network-Active Points Located at Central Anatolia Region. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 18-25.

with the speed of 20-25 mm/year can be summarized as the northward movement dipping below the Anatolian plate and the extension of the Aegean block in the north-south direction due to withdrawal along the Hellenic arc (McKenzie, 1972; Jackson and McKenzie, 1988; McCluskey et al., 2000).

The velocities of Turkish National Permanent GNSS Network-Active (TNPNGN-Active) points in our country are calculated by Geodesy Office of General Command of Mapping and published by the General Directorate of Land Registry Cadastre (Tusaga, 2017a). In this study, the coordinates and velocities calculated by Bernese v5.2 GNSS software used in determining the point velocities were compared with the coordinates and velocities published by the General Directorate of Land Registry.

2. Turkish National Permanent GNSS Network-Active

The GNSS Stations Network (TNPNGN-Active/CORS-TR), which are making constantly observation, started on May 8, 2006, as the joint customer of General Command of Mapping (HGK) and General Directorate of Land Registry and Cadastre (TKGM) under the project of Istanbul Kültür University (İKÜ). It was completed as of December 2008. TNPNGN-Active consists of 146 reference GNSS stations and 4 of them are located in the Turkish Republic of Northern Cyprus (Figure 2). In the system of TNPNGN-Active, observations of GNSS receivers located at reference stations whose known coordinates cover the entire country are transmitted to a control centre; atmosphere and other errors are modelled in the control centre, the corrections are calculated in real time and sent to rover GNSS receivers for positioning.



Figure 2. TNPNGN-Active Stations

TNPNGN-Active system is frequently used by earth sciences and geographic information systems

researches, earthquake engineering, geophysics and seismology areas, prior knowledge of earthquakes and early warning studies, meteorological studies, and other studies in space and earth sciences (Eren et al, 2010).

3. Determining of The Velocities of TNPNGN-Active Stations

The analysis of the TNPNGN-Active stations is carried out by Geodesy Office of General Command of Mapping. The solution of RINEX data is running GAMIT / GLOBK v10.35 / v10.40 in Linux / MAC OS X operating system. As evaluation strategy, the following conditions have been selected.

- IGS precise orbit (sp3) and USNO_Bull_A orbit parameter (EOP)
- 16 IGS stations
- Reference frame: ITRF 2005
- Ocean loading effect: FES2004
- 9 parameters for Bern model to Radiation pressure parameters
- Zenith delay: Saastamoinen Troposphere model (2 hours, PWL)
- For dry / wet atmosphere: GMF reduction function
- Predictive Troposphere: Global Pressure Temperature Model (GPT)
- Ionospheric free L3 (L1, L2) linear combination
- Antenna phase center: Absolute and Azimuth + Height dependent model
- Phase ambiguities: Ambiguity-fixed and loose glx

Atmospheric loading effect is not brought (Özdemir et al. 2011).

4. Determining of The Velocities by Using Bernese GNSS Software

A reasonable time interval must be available so that the velocities of the points can be reliably estimated with Bernese v5.2 GNSS software (Dach et al, 2015). Where GNSS data is less than 2.5 years, annual signals can cause a significant bias in estimating station velocities. When it is over 4.5 years, the bias of velocities falls rapidly to negligible levels (Blewitt and Lavallee, 2002).

In order to be able to calculate the velocities with software, the obtained data must be analysed as a campaign. After the campaigns are solved, the normal equation systems (NEQ) are combined with software and the point velocities are estimated. In

estimating of the velocities in the Bernese v5.2 GNSS software, Menu>> Processing >> Combine normal equations system ready command is used (Figure 3).

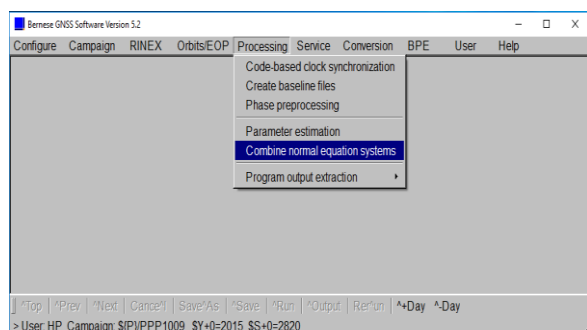


Figure 3. Velocity estimation by Bernese v5.2 GNSS software

5. Application

In the study, 11 stations from the TNPGN-Active points in the Central Anatolia region were selected as test points.

5.1. Obtaining data sets

In the study, the 30-second RINEX data of the test points was selected as one day per week which cover from 23.01.2009 to 25.12.2015 and evaluated based on the selected 11 IGS stations. (TUSAGA, 2017b; NASA, 2017a).

The necessary files to run Bernese v5.2 GNSS software;

- Ionosphere and troposphere data,
- Differential code bias,
- Clock correction data,
- Earth rotation parameters
- Satellite summary files (AIUB, 2017a ; AIUBb),
- Precision orbit data for both GPS and GLONASS (NASA, 2017b ; NASA, 2017c),
- Oceanic loading (Onsalo Space Observatory, 2017),
- Tropospheric functions (GGOS)

were obtained from related websites.

5.2. Analysis of data sets

The Bernese GNSS Software is a scientific, high-precision, multi-GNSS data processing software developed at the Astronomical Institute of the University of Bern (AIUB). The Bernese GNSS

Software, Version 5.2, continues in the tradition of its predecessors as a high performance, high accuracy, and highly flexible reference GPS/GLONASS (GNSS) post-processing package. Typical users of the software are;

- Scientists for research and education
- Survey agencies responsible for high-accuracy GNSS surveys (e.g., first order networks)
- Agencies responsible to maintain arrays of permanent GNSS receivers
- Commercial users with complex applications demanding high accuracy, reliability, and high productivity (Bernese, 2017)

The features and highlights of the software are;

- Available on Unix/Linux, Mac and Windows platforms
- User-friendly GUI with a built-in HTML-based help system
- Multi-session parallel processing for reprocessing activities
- Ready-to-use BPE examples for different applications:
- PPP (basic and advanced versions)
- RINEX-to-SINEX (double-difference network processing)
- Clock determination (zero-difference network processing)
- LEO precise orbit determination based on GPS-data
- SLR validation of GNSS or LEO orbits
- All examples are designed for combined GPS/GLONASS processing.
- Some of them are prepared for an hourly processing scheme.
- Program for automated coordinate time series analysis (FODITS)
- Ambiguity resolution for GPS and GLONASS
- Flexible parameter handling on normal equation level
- Modern troposphere models (e.g., VMF1, GMF/GPT)
- Ionosphere modelling including higher order ionosphere corrections
- IGS and IERS 2010 conventions compliance
- Combination of different receiver and antenna types
- Galileo processing capability (URL-10).

In the study, the solution of RINEX data was run with Bernese v5.2 GNSS software in Windows operating system. As evaluation strategy, the following conditions were selected.

- IGS precise orbit (sp3) and USNO_Bull_A orbit parameter (EOP)

- 11 IGS stations
- Reference frame: ITRF 2005
- Ocean loading effect: FES2004
- 9 parameters for Bern model to Radiation pressure parameters
- Zenith delay: Saastamoinen Troposphere model (2 hours, PWL)
- For dry / wet atmosphere: GMF reduction function
- Predictive Troposphere: Global Pressure Temperature Model (GPT)
- Ionospheric free L3 (L1, L2) linear combination
- Antenna phase centre: Absolute and Azimuth + Height dependent model
- Phase ambiguities: Ambiguity-fixed and loose glx
- Atmospheric loading effect: Model calculated by using atmospheric tide model coefficients generated by point coordinates and atmospheric loading effect (Ray and Ponte, 2003) were selected.

In order to analyse the data with Bernese v5.2 GNSS software, firstly campaigns were created (Fig. 4).

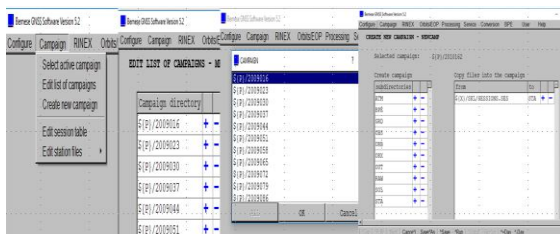


Figure 4. Creating of Campaign

7-character file names were used to create campaigns. For example, in creating the campaign named TZ10043, first 2 character (TZ) is the abbreviation of related processing, 10 is year and 043 is the day of year.

After the campaigns were created, NEQ used to obtain the velocities in the Bernese v5.2 GNSS software were obtained using the RNX2SNX.PCF automatic solution module (Figure 5).



Figure 5. Running of RNX2SNX.PCF

In RNX2SNX.PCF the automatic solution module respectively,

- Copying Required Files, Creating Preliminary Coordinates and Preparing Hourly Solutions
- Preparation of polar and orbital information
- Synchronization and transformation of observation files
- Obtaining the bases, pre-processing the phases and resolving without phase initial uncertainties
- Analysis of phase initial uncertainties
- Implementation of final solution and creation of NEQ, SNX and TRP files
- Creation of summary files, recording of results, deletion of completed files
- Termination of BPE

process steps are implemented An average of 330 campaigns were created in the analysis and the solutions were obtained in the measurement epoch (Figure 6).

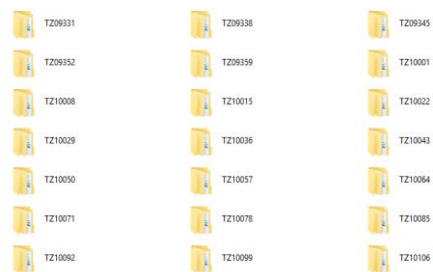


Figure 6. Part of the campaigns that were solved

6. Application

In order to be able to estimate velocities after NEQs are obtained, the main menu >> Processing >> Combine normal equations system was run. And NEQ's were combined with the automatic command and the point coordinates and velocities were obtained in the reference epoch (2005.00). The point coordinates and velocities obtained in the reference epoch are shown in Table.1.

Table 1. Point coordinates and velocities obtained in the 2005.00 epoch

Point ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Vx (m/y)	Vy (m/y)	Vz (m/y)
AKDG	3985177.05402	2881782.34504	4049905.34644	-0.01277	-0.00204	0.01431
ANRK	4119925.63959	2659815.33246	4066510.64897	-0.00829	-0.00181	0.01000
BEYS	4298980.59632	2659931.99080	3877883.30113	-0.00975	0.00372	0.00738
CIHA	4187342.46874	2711236.69936	3962713.17718	-0.01073	0.00000	0.00993
HYMN	4161311.86831	2650610.44941	4030510.17327	-0.00865	-0.00071	0.00786
KIRS	4098385.58734	2780607.91706	4007175.45520	-0.01119	-0.00098	0.01129
KKAL	4088935.95164	2708243.45912	4065148.10444	-0.01022	-0.00093	0.01133
KLUU	4155559.18035	2705396.67806	3999801.22778	-0.00957	0.00044	0.01086
NEVS	4103186.18254	2841492.92308	3959954.44751	-0.01276	0.00046	0.01356
YOZT	4028005.98932	2801198.41605	4063858.17392	-0.01119	-0.00152	0.01268
YUNK	4233095.37438	2617095.58405	3977555.57705	-0.00752	-0.00036	0.00692

The display of all of the coordinates obtained from the adjustment result takes up too much space. Therefore, the graphs obtained by opening the coordinates (X, Y, Z) of the adjustment result of

the Ankara station (ANRK) to the time series is shown in Figure 7-9.

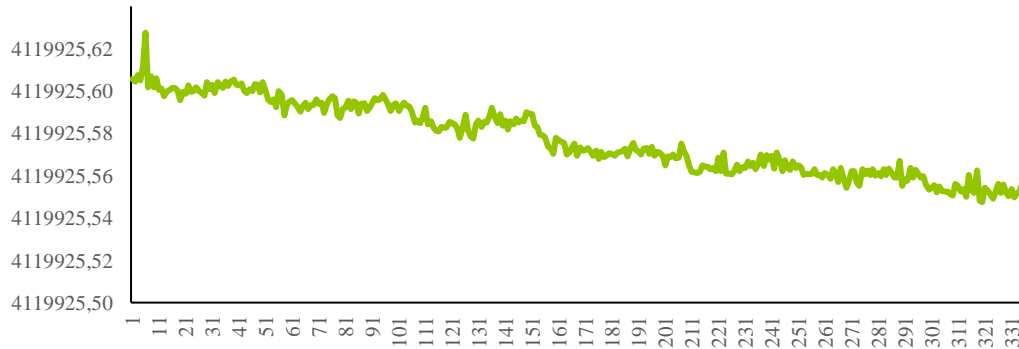


Figure 7. Expansion of the X coordinate of the ANKARA station into time series



Figure 8. Expansion of the Y coordinate of the ANKARA station into time series

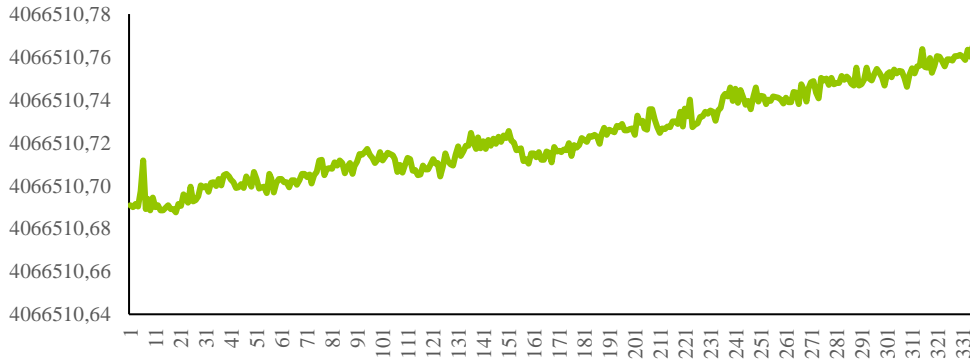


Figure 9. Expansion of the Z coordinate of the ANKARA station into time series

When figure 7-9 are investigated, it seen that the coordinates of ANRK station have a movement and that in the directions of X and Y axis, the movements is negative and in the direction of Z axes, the movement is positive. When calculated

velocities are compared with figure 7-9, it is seen that the movements are similar with each other's. Coordinates and velocities of the TNPGN-Active stations which are continuously updated and loaded are shown in Tables 2.

Table 2. point coordinates which are published at 2005.00 reference epoch

Point ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Vx (m/y)	Vy (m/y)	Vz (m/y)
AKDG	3985177.07014	2881782.35537	4049905.31060	-0.01256	-0.00148	0.01149
ANRK	4119925.65215	2659815.33773	4066510.60688	-0.00773	-0.00095	0.00774
BEYS	4298980.61314	2659931.99914	3877883.26147	-0.00950	0.00428	0.00462
CIHA	4187342.48310	2711236.70890	3962713.14115	-0.01042	0.00038	0.00696
HYMN	4161311.88079	2650610.45934	4030510.13163	-0.00823	-0.00038	0.00549
KIRS	4098385.60160	2780607.92625	4007175.41611	-0.01080	-0.00062	0.00868
KKAL	4088935.96101	2708243.46828	4065148.07311	-0.00931	-0.00044	0.00784
KLUU	4155559.19598	2705396.68516	3999801.18637	-0.00942	0.00125	0.00845
NEVS	4103186.20042	2841492.93445	3959954.41146	-0.01276	0.00075	0.01061
YOZT	4028006.02230	2801198.42496	4063858.13620	-0.01050	-0.00290	0.00950
YUNK	4233095.40544	2617095.59200	3977555.53260	-0.00660	-0.00200	0.00470

Differences between coordinates which are calculated via Bernese v5.2 GNSS software and

published by TKGM are calculated;

$$\begin{aligned}
 DX &= X_{\text{Bernese}} - X_{\text{TNPGN-Active}} \\
 DY &= Y_{\text{Bernese}} - Y_{\text{TNPGN-Active}} \\
 DZ &= Z_{\text{Bernese}} - Z_{\text{TNPGN-Active}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DV_X &= V_{X_{\text{Bernese}}} - V_{X_{\text{TNPGN-Active}}} \\
 DV_Y &= V_{Y_{\text{Bernese}}} - V_{Y_{\text{TNPGN-Active}}} \\
 DV_Z &= V_{Z_{\text{Bernese}}} - V_{Z_{\text{TNPGN-Active}}}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Obtained differences are shown in Table 3.

Table 3. Differences of coordinate and velocities between Bernese v5.2 and TNPNGN-Active

Point ID	DX (cm)	DY (cm)	DZ (cm)	DV _X (cm/y)	DV _Y (cm/y)	DV _Z (cm/y)
AKDG	-1.612	-1.033	3.584	-0.021	-0.056	0.282
ANRK	-1.256	-0.527	4.209	-0.056	-0.086	0.226
BEYS	-1.682	-0.834	3.966	-0.025	-0.056	0.276
CIHA	-1.436	-0.954	3.603	-0.031	-0.038	0.297
HYMN	-1.248	-0.993	4.164	-0.042	-0.033	0.237
KIRS	-1.426	-0.919	3.909	-0.039	-0.036	0.261
KKAL	-0.937	-0.916	3.133	-0.091	-0.049	0.349
KLUU	-1.563	-0.710	4.141	-0.015	-0.081	0.241
NEVS	-1.788	-1.137	3.605	0.000	-0.029	0.295
YOZT	-3.298	-0.891	3.772	-0.069	0.138	0.318
YUNK	-3.106	-0.795	4.445	-0.092	0.164	0.222

When Table 3 is investigated, maximum coordinate differences in direction of X, Y and Z axes are 3.298 cm, 1.137 cm and 4.445 cm, respectively. It can be said that the reason why the differences of the Z coordinates are bigger than the other coordinate components is due to the determination of the heights with GNSS techniques. When Table 3 is investigated, in the comparison of the velocities, maximum velocities differences in direction of X, Y and Z axes are -0.092 cm/y, -0.164 cm/y and 0.349 cm/y, respectively.

7. Conclusion

The geodetic points that are considered as constant on earth are subjected to displacements because of the earthquakes, the movement of the earth, the intervention of mankind, etc. at cm level per year, even m level per year. As a result of these effects, it can be seen that in the geodetic studies the points are not fixed points and their locations are changing. For this purpose, it is important to determine how much the point movements change annually.

In the determining of the velocities of point with GNSS measurements, the existence of the continuously observed GNSS stations provides great convenience to investigate this subject. Long-term observations are crucial in determining the point velocities with GNSS data. For this purpose, it is necessary to analyse the minimum 2.5-year data and determine the point velocities. In the studies carried out, it is seen that if GNSS data

have a time interval which are longer than 4.5 years, it removes the misconceptions that may raise in estimation of the point velocities.

The velocities of 11 stations which are located at Central Anatolia Region were calculated with Bernese v5.2 GNSS software and compared the velocities published by TKGM. It is showed that there is no significant difference between calculated and published velocities because there is a similarity at mm-below level. because of that, at measurement epoch, if the point coordinates are calculated with the velocities calculated with Bernese v5.2 GNSS software or published by TKGM, it is caused no different at significant level.

The reasons why the point coordinates and velocities which are obtained by Bernese v5.2 GNSS software and published by TKGM are different from each other can be caused processing algorithm and IGS points selected as reference.

Acknowledgment

This study was derived from the doctoral thesis that had been prepared at Konya Selcuk University, The Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Geomatics Engineering by Sercan BULBUL and entitled as "Determination of Velocity Components Cleared From Coloured Noises at TUSAGA-ACTIVE Points" and consulted by Prof. Dr. Cevat İNAL.

This study was both presented as an oral presentation and published at ISMSIT 2017 (1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies). Also, it was found appropriate to be directed to “Bilge International Journal of Science and Technology Research” by scientific committee of ISMSIT 2017.

References

- AIUB websites, (2017a), [Online], Available: <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/>
- AIUB websites, (2017b), [Online], Available: <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/>
- Bernese websites, (2017), [Online], Available: <http://www.bernese.unibe.ch/features/>
- Blewitt, G., Lavallee, D. (2002). Effect of Annual Signals on Geodetic Velocity, *Journal of Geophysical Research*, 107(B7), 10.1029/2001JB000570.
- Dach, R., Lutz, S., Walser, P., Fridez, P. (2015). Bernese GNSS Software Version 5.2, Digital Print by Publikation Digital AG, Biel in December.
- Eren, K., Uzel, T., Akdemir, B., Gulal E. (2010). Positioning Systems in Precision Farming and CORS-TR, *Journal of Agricultural Machinery Science*, İssü 6, Vol. 2, pp. 137-144
- GGOS website, (2017). [Online], Available: <http://ggosatm.hg.tuwien.ac.at/DELAY/GRID/VMFG/>
- Jackson, J., McKenzie, D. P. (1988). The Relationship Between Plate Motions and Seismic Moment Tensors, and the Rates of Active Deformation in the Mediterranean and Middle East, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 93:45-73.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Georgiev, I., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., G., Kekelidze, King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradisis, D., Peter Y., Prilepi, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb A., Toksoz, M. N., Veis, G. (2000). GPS Constraints on Crustal Movements and Deformations in the Eastern Mediterranean (1988-1997): Implications for Plate Dynamics, *JGR.Vol.105, No.B3, 5695-5719*.
- McKenzie, D. P. (1972). Active Tectonics of the Mediterranean Region”, *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 30, 109-185.
- NASA website, (2017a), [Online], Available: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/data/daily/>
- NASA website, (2017b). [Online], Available: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products/0655/>
- NASA website, (2017c). [Online], Available: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/glonass/products/>
- Onsala Space Observatory websites, (2017). [Online], Available: <http://holt.oso.chalmers.se/loading/>
- Özdemir, S. (2016). On the Estimation of Precise Coordinates and Velocities of TNPNG and TNPNG-Active Stations, *Harita Dergisi*, issue 155, Ocak, pp. 53.81, Ankara.
- Özdemir, S., Cimgöz, A., Aktuğ, B., Lenk, O., Kurt, M. (2011). Sabit GNSS İstasyon Verilerinin Analizi, in 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara, Türkiye.
- Ray, R. D., Ponte, R. M. (2003). Barometric tides from ECMWF operational analyses, *Annales Geophysicae*, vol. 21, pp. 1897-1910, 2003.
- TUSAGA Aktif website, (2017). [Online]. Available: https://www.tkgm.gov.tr/sites/default/files/icerik_ekleri/tusaga_aktif_istasyonlari_koord_ve_hizlari_aralik2015_temmuz2017_son.pdf.
- TUSAGA-Aktif websites, (2017a), [Online], Available: <http://www.tusaga-aktif.gov.tr/default.aspx>

Performance of the Copper Based Grinding Wheels

M.F. Kahraman^{1*}, H.Bilge¹, M. Karağaç², S. Öztürk¹

Abstract: The present study relates to design of grinding wheels in terms of improving their performance with respect to surface quality of glasses during grinding. The performance of the copper based grinding tools was investigated on the production line in a flat glass factory. Tools were manufactured under selected sintering temperature and pressure circumstances. The grinding wheel economic service life was determined and the surface roughnesses of the samples were assessed with experimental study. Ideal microstructure conditions and grinding parameters were figured out.

Keywords: Glass, Grinding, Grinding wheel life, Surface roughness

Bakır Esaslı Rodaj Disklerinin Performansı

Özet: Bu çalışma taşlama esnasında düz camın yüzey kalitesine bağlı olarak, taşlama disklerinin performansını arttırmak için taşlama taşı dizaynı ile ilgilidir. Bakır esaslı taşlama disklerinin performansı, cam fabrikasında üretim hatlarında yapılan çalışmalarda incelenmiştir. Kullanılan taşlama diskleri belirlenen sinterleme sıcaklığında ve basınç koşullarında üretildiler. Taşlama disklerinin ekonomik servis ömürleri deneysel olarak işlenen camların yüzey kalitesine göre belirlenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar ile taşlama disklerinin ideal mikro yapısı ile çalışma parametreleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cam, Taşlama, Taşlama diski ömrü, Yüzey pürüzlülüğü

1. Giriş

Cam, beyaz eşya, astronomi, mikro elektronik, uçak ve iletişim gibi birçok endüstride sıkça kullanılmaktadır (Öztürk, 2014; Öztürk, 2016). Türkiye'deki cam sektörü büyüklüğü 2,3 milyar \$ civarında olup, cam ve cam ürünleri ihracatı 993,4 milyon \$, ithalatı ise 816,9 milyon \$ (2013 yılı) olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'deki cam sektörü girdilerinin tamamına yakını yurtiçinden temin etmekte olup, ülke olarak cam ihracatçısı konumundadır (Cam Sektör Raporu, 2014). Kullanılan camların çoğu düzdür ve düz cam özellikle mutfak dekorasyonunda ve mobilya sektöründe kullanılmaktadır (Popov, 2009). Günümüzde ayrıca düz cam inşaat ve otomotiv endüstrisinde de tercih edilmektedir. Cam üretimi esnasında birçok talaş kaldırma işlemi yapılmaktadır. Talaş kaldırma işlemlerinin çoğu delme ve taşlama işlemleridir. Bu işlemlerde elde edilen yüzey kalitesi ve delik geometrisi ürünün kalitesini belirlemektedir.

Mutfak ve beyaz eşya sektöründe cam kullanımının artış göstermesi, cam sektörünün pazarını arttırmakta ve düşük maliyetli istenilen kalitede üretimin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Kullanılan taşlama disklerinin seçimi ve tasarımı önem arz etmektedir. Taşlama taşlarının içindeki metalik bağlayıcılar yüksek sıcaklık ve yapışma dayanımına sahiptirler (Denkena vd., 2016). Uygun taşlama davranışı için taşın iç yapısı ve taşlama parametreleri önemlidir (Butler vd., 2000; Wegener vd., 2011; Nguyen ve Butler, 2008).

Taşlama taşlarında disklerinde, dayanımı ve ömür değerlerini arttırmak için elmas da kullanılmaktadır. Kullanılan elmas ile metalik bağlayıcılar arasında oluşacak bağ kuvvetini sağlamak için bakır alaşımları da tercih edilmektedir (Lin vd., 2008; Duan vd., 2015). Çeşitli matris malzemeye sahip farklı taşlama takımları bazı araştırmacılar tarafından araştırılmıştır (Tillmann vd., 2007; Lin vd., 2008;

¹ Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 14280, Bolu, Türkiye

² Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 54080, Sakarya, Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): mfkahraman@ibu.edu.tr

Citation (Atıf): Kahraman, M.F., Bilge, H., Karağaç, M., Öztürk, S. (2017). Bakır Esaslı Rodaj Disklerinin Performansı. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 26-31.

Dai vd., 2015). Elmas parçacıkların şekli ile kesici takım performansı arasındaki ilişki geçmiş yıllarda çalışılmıştır (Nitkiewicz ve Świerzy, 2006; Zeren ve Karagöz, 2007). Bir çalışmada ise aşındırıcı elmas parçacık içeren takımlar mikro yapı analizi ile incelenmiştir (Wu ve Funkenbusch, 2010).

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile farklı bağ ve matris malzemeler kullanılarak taşlama diskleri ve kesici takımlar geliştirilmiş ve üretilmiştir. Kimyasal buhar birikim yoluyla üretilen elmas kaplamalı fiberler veya kaba taneli elmas parçacıklar aşındırıcı tanecik olarak taşlama işleminde kullanıldı (Smith vd., 2003; Zhao vd., 2013). Daha önceki çalışmalarda belirtildiği gibi sinterleme sıcaklığının elmas parçacıklarının grafitizasyonuna ve taşlama taşlarının mekanik özelliklerine önemli etkisi vardır (Wang vd., 2009; Sun vd., 2015).

Beyaz eşya sektöründe düz camın işlenmesinden sonra tüketicilerin kullanıma sunulması yüzey kalitesi beklentisi oluşturmaktadır. Bu beklentiyi karşılamak için uzun ömürlü taşlama takımları tasarlanmalıdır. Bu çalışmada daha fazla takım ömrü için elmas parçacıkları kullanılmıştır. Bağlayıcı olarak bakır tercih edilmiştir. Farklı boyutlarda elmas parçacığı kullanılarak düz camın taşlanması yapılarak takım ömrü ve yüzey kalitesi test edilmiştir. Matris malzeme ve bakır bağlayıcı taşlama taşı oluşturularak yüzey kalitesinde artış hedeflenmiştir. Endüstriyel uygulamalarda da kullanılabilen parametrelerin bulunması çalışmanın farklılıklarındandır.

Mühendislerin bir imalat sürecinde karşılaştığı iki temel pratik problem vardır. Birincisi, istenen ürün kalitesini (teknik spesifikasyonları karşılayacak) verecek olan süreç parametrelerinin değerlerini belirlemek, ikincisi ise; mevcut kaynakları kullanarak imalat sistemi performansını en üst düzeye çıkarmaktır. Düz cam işlenmesinde bu performansı yükseltmek için pazarda sıkı bir rekabet ortamı oluşmuştur. Üretimde maliyetleri düşürmek için ekonomik üretim yöntemleri ile kalite gereksinim haline gelmiştir. Düz camın rodajlanmasında taşlama diskleri kullanılmaktadır. Üretim sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ürünün kalitesini belirlemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Deneylerde 5.85 mm kalınlığında düz cam kullanılmıştır. Deneysel çalışma için iki farklı elmas tane boyutlarına sahip taşlama diskleri

oluşturulmuştur. Kullanılan elmas parçacık boyutları sırasıyla 600/700 ve 100/120 mesh olarak alınmıştır. Bu taşlama takımları iki ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler metal merkez ve segment olarak adlandırılmaktadır. Deneylerde kullanılan taşlama disklerinin boyutları aynı olup, dış çapı 150 mm, yüksekliği 6.5 mm ve segment genişliği 13 mm olacak şekilde imal edilmişlerdir. Taşlama testlerinde uygulanacak kesme derinliği 0.5 mm seçilmiştir. Arzu edilen taşlama kalitesine ulaşmak için, taşlama diskinin ilerleme hızı 9000 mm/dak olarak belirlenmiştir. Yapılan deneylerde taşlama diskinin dönme hızı 5000 devir/dak olarak uygulanmıştır. İş parçasının uzunluğu ve genişliği sırasıyla 650 mm ve 450 mm'dir. Hatalı değerler elde etme riskini ortadan kaldırmak için birçok deney yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre kullanılan beş adet taşlama diskinin ömür ortalaması alınarak, ortalama taşlama disk ömrü belirlenmiştir. Taşlama disklerinin kimyasal birleşiminde ise %15.7 elmas ve %17 Co kullanılmıştır. Aynı malzeme üzerinde yapılan taşlama işlemiyle tüm kenarların yüzey pürüzlülüğü ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Bu işlem neticesinde cam malzemenin taşlanan yüzeyinde en az altı farklı noktadan yüzey pürüzlülüğü değerleri alınmıştır. Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) ölçümleri Marsurf M300 cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Mikro yapı ise Jeol Scanning Electron Microscope (SEM, JEOL 6390-LV) ile incelenmiştir.

Bütün testler aynı taşlama koşullarında gerçekleştirilmiş ve operasyonlar sırasında soğutucu kullanılmıştır. Rodaj işlemi sırasında kullanılan soğutma sıvısı cam endüstrisinde kullanılan ticari bir soğutma sıvısıdır ve soğutma sıvısı direk olarak rodaj diskinin yüzeyine püskürtülmüştür. Destekleyici malzemeler de rodaj diskinin parçası olup aşındırıcı elmas tanelerini rodaj diski üzerine sabitlemektedir.

Taşlama diskinin çalışma anındaki görünüşü Şekil. 1'de verilmiştir. Şekilde gösterildiği üzere, taşlama diski iş parçası olan cam üzerinde taşlama işlemi yapmaktadır.



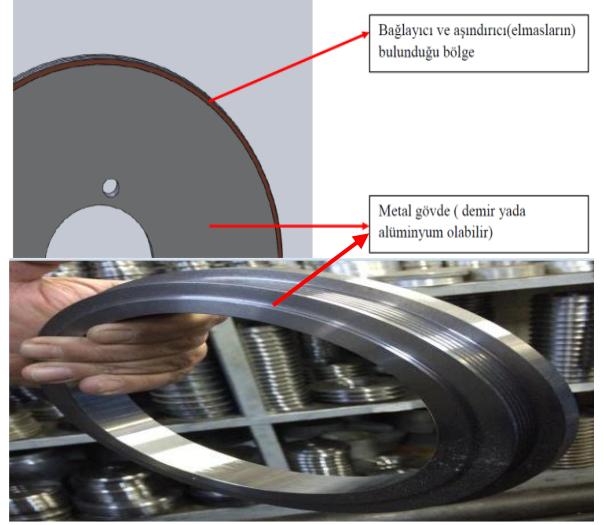
Şekil 1. Düz camın taşlanması

3. Bulgular

Yukarıda belirtilen iki farklı tane boyutuna sahip elmas parçacıklı takımlar ile yapılan deneyler sonucunda elde edilen takım ömrü ve yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırılmıştır.

3.1. Takım ömrü

Cam endüstrisinde, rodaj diskleri takım ömrü, yenisiyle değiştirilmeden önce işlenen parçadan kaldırılan talaşın hacminin hesabıyla tanımlanmaktadır. Bu nedenle, her iki rodaj diskleri için kaldırılan talaş hacmi, takım ömrünün belirlenmesinde kullanılmıştır. Rodaj diskleri iki temel parçadan oluşur. Bunlar metal gövde ve aşındırıcı kısımdır (Şekil 2).



Şekil 2. Rodaj disk yapısı

Her iki rodaj disk için beşer adet aynı koşullarda birbirinden bağımsız deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda Şekil 3'de görüldüğü gibi diskin bağlayıcı ve aşındırıcıların bulunduğu bölge bitmiş ve aşındırıcı kısım kaybolmuştur. Bu olması gerektiği gibi C formunun en alt noktasından segmente ulaşmış, yani disk sonuna kadar kullanılmıştır.

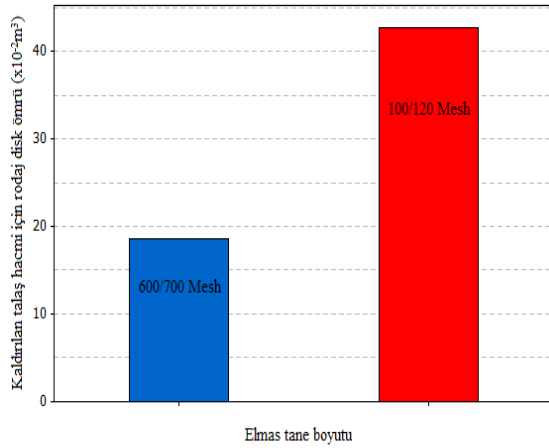


Şekil 3. Ömrünü tamamlamış rodaj diskleri

600/700 mesh boyutuna sahip elmas içeren bakır esaslı rodaj diskleri için elde edilen talaş hacmi değerleri 0.181 ile 0.189 m³ aralığında gerçekleşmiştir. Yapılan deneylerin güvenilirliğini arttırmak için, 5 adet birbirinden farklı rodaj diskleri çalışma ömrü değerleri ölçülmüş ve bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak çalışma ömürleri belirlenmiştir. Elde edilen test sonuçları büyük ölçüde birbirleri ile uyumluluk göstermektedir.

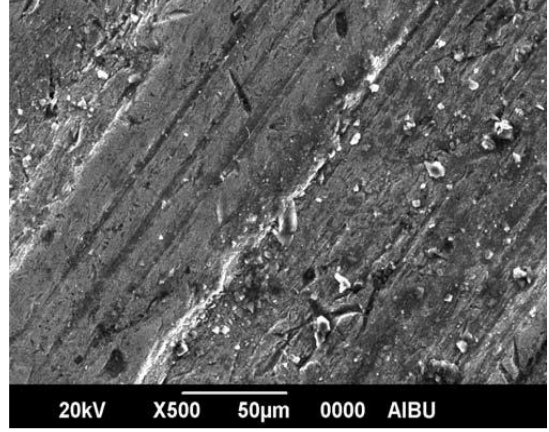
Bakır esaslı rodaj diski için ortalama çalışma ömrü 0.186 m3 olarak bulunmuştur. 100/120 mesh boyutuna sahip elmas içeren bakır esaslı rodaj diski için beş ayrı deney sonucuna göre ortalama disk ömrü ise 0.427 m3 olmuştur.

Deneylemlerden elde edilen sonuçlara göre, bakır esaslı rodaj diskler için kullanım ömürleri sırasıyla, 600/700 mesh boyutlu elmas için 0.186 m3 ve 100/120 mesh boyutlu elmas içeren disk için 0.427 m3 talaş hacmi verileri elde edilmiştir. Birim zamanda daha küçük elmas parçacıkla işlenen düz cam sayısı daha yüksektir. Özellikle, elmas tane boyutu rodaj disk ömürleri açısından büyük öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır. Elmas boyutu küçüldükçe elmas parçacık sayısı ve yüzey alanı artmakta ve bu sayede takım ömrü artmaktadır. Elmas taneciklerinin boyutunun dikkatli seçilmesi beraberinde üretimde verimliliği arttırdığı açıkça görülmüştür (Şekil 4).



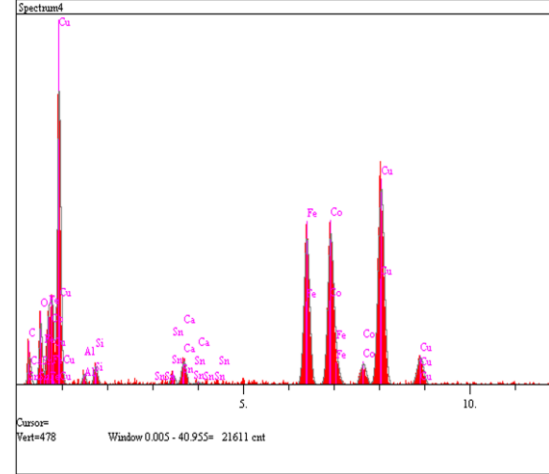
Şekil 4. Farklı mesh boyutlu elmaslar için takım ömrü

Elmas taşlama diskinin çalışma yüzeyi SEM cihazından alınan görüntüler vasıtasıyla incelenmiştir. Şekil 5’de bakır matris içine gömülü elmas tanelerinin, ömür sonunda çekilen SEM fotoğrafları görülebilmektedir. Bakır bağlayıcı matrisin elmas tanesine tutunma gücü zayıftır. Bakır matris kullanımında elmas tanelerinin yüzeyi bozulmuş ve aynı zamanda temiz değildir. Bakır, bağlayıcı matris olarak kullanıldığında, yüzeyde aşınmış parçalar görülebilmektedir.



Şekil 5. Bakır matris içine gömülü elmas tanelerinin SEM fotoğrafları (büyütme 500x)

EDX (energy dispersive X-ray) analizi yapıldığında, Şekil 6’daki analiz sonuçları elde edilmiştir. Spektrum incelemesi sonucunda deney öncesi bileşimden farklı olarak yaklaşık %1 oranında Si elementi izlenmiştir. Bunun nedeni yüksek sıcaklıkta cam içerisindeki Si elementinin bakır bazlı rodaj diskinin yüzeyine yapışması olabilir.



Şekil 6. Bakır bazlı rodaj diskinin EDX analizi

3.2. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü ortalama değeri (Ra) yüzey kalitesinin belirlenmesinde kullanılan yüzey parametresidir. Ra pürüzlülük profili ile bu profilin merkez çizgisi arasında kalan alan şeklinde tanımlanabilmektedir. Yüzey pürüzlülük aritmetik ortalaması ISO 4287:1997 standartlarına göre belirlenmektedir. Bakır esaslı rodaj diskleri

kullanılarak elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri 600/700 ve 100/120 mesh boyutlu elmas parçacıklı takımlar için sırasıyla 2.3 µm ve 2.2 µm'dir. Sonuçlara göre bakır esaslı rodajlama diskinde elmas parçacık boyutu azaldıkça yüzey kalitesi az miktarda iyileşmektedir. Dolayısıyla, takımın elmas parçacık tutma kabiliyeti arttıkça işlenen parçanın yüzey kalitesinde artış meydana gelecektir.

Bakır esaslı elmas parçacıklı disk kullanımında elmas parçacıkların tane boyutu küçüldükçe sayısı artıyor, yüzey alanı artıp parçacık terk süresi uzuyor ve takım ömründe artış sağlanıyor. Takım üzerinde camdan geldiğini düşündüğümüz Si mevcut. Daha fazla ömür için bir sonraki çalışmada demir bazlı elmas takım kullanılabilir. Bu sayede sinterleme sıcaklığı artırılabilir. Sonuç olarak elmas parçacıkların tutunma süresi artırılarak takım ömrü artabilir.

4. Sonuçlar

Beyaz eşya sektöründe kullanılan düz camların rodajlanmasında takıma dayalı bazı güçlükler yaşanmaktadır. Bu deneysel çalışmada, beyaz eşya endüstri için kullanılan düz camlar bakır bazlı elmas takımlarla işlenmiştir. Belirlenen sinterleme sıcaklığı ve presleme basıncı ile elde edilen takımlar farklı boyutta bulunan elmas parçacıklarıyla test edilmiştir. 100/120 mesh boyuta sahip takım 600/700 mesh'e sahip rodaj diskinde göre 0.241 m³ daha fazla taşlama işlemi yapmıştır. Elmas parçacıklarının küçülmesi ile yüzey alanı artmış, parçacıkların diski terk etme süresi uzamıştır. 100/120 mesh elmas tanecik boyutuna sahip takım için elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri 600/700 mesh boyutuna sahip elmas içeren bakır esaslı taşlama takımı ile elde edilen değerlere göre 0.1 µm daha düşüktür. Bu çalışmadaki deneyler düz cam fabrikasının üretim hattında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular ve sonuçlar endüstriyel uygulamalar için üretimde verimliliği arttırmaya yönelik kullanılabilir. Daha fazla ömür için bir sonraki çalışmada demir bazlı elmas takım kullanılabilir ve bakır bazlı takımla karşılaştırılabilir.

Kaynaklar

Butler, D. L., Blunt, L. A., See, B. K., Webster, J. A., & Stout, K. J. (2002). The characterisation of grinding wheels using 3D surface measurement techniques.

Journal of Materials Processing Technology, 127(2), 234-237.

Dai, H., Wang, L., Zhang, J., Liu, Y., Wang, Y., Wang, L., Wan, X. (2015). Iron based partially pre-alloyed powders as matrix materials for diamond tools. Powder Metallurgy, 58(2), 83-86.

Denkena, B., Grove, T., Bremer, I., Behrens, L. (2016). Design of bronze-bonded grinding wheel properties. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 65(1), 333-336.

Duan, D. Z., Xiao, B., Wang, W., Zhang, Z. Y., Wang, B., Han, P., Ding, X. Y. (2015). Interface characteristics and performance of pre-brazed diamond grains with Ni-Cr composite alloy. Journal of Alloys and Compounds, 644, 626-631.

Emberger, L. (1955). Sur Le Quetiens Pluviothermique. J.R. Acad. Sc. 234, 2508-2510.

Lin, C. S., Yang, Y. L., & Lin, S. T. (2008). Performances of metal-bond diamond tools in grinding alumina. Journal of Materials Processing Technology, 201(1), 612-617.

Nitkiewicz, Z., Świerzy, M. (2006). Tin influence on diamond-metal matrix hot pressed tools for stone cutting. Journal of materials processing technology, 175(1), 306-315.

Nguyen, A. T., Butler, D. L. (2008). Correlation of grinding wheel topography and grinding performance: A study from a viewpoint of three-dimensional surface characterisation. Journal of Materials Processing Technology, 208(1), 14-23.

Ozturk, S. (2016). Grinding of flat glass with Fe- and Cu-based diamond tools. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 0954405416673113.

Öztürk, S. (2014). Microstructural analysis of metal-bond diamond tools in grinding of flat glass. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, 45(3), 187-191.

Sanayi Genel Müdürlüğü, (2014). Cam sektörü Raporu, 2014/1, Türkiye.

Smith, N. P., Smith, D. J., Pearce, T. R. A., Ashfold, M. N. R. (2003). The ductile grinding of glass using diamond fibres oriented radially in a grinding wheel.

Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 217(3), 387-396.

- Sun, Y. X., Tsai, Y. T., Lin, K. H. (2015). The influence of sintering parameters on the mechanical properties of vitrified bond diamond tools. *Materials & Design*, 80, 89-98.
- Wang, P. F., Li, Z. H., Li, J., & Zhu, Y. M. (2009). Effect of ZnO on the interfacial bonding between Na₂O-B₂O₃-SiO₂ vitrified bond and diamond. *Solid state sciences*, 11(8), 1427-1432.
- Wegener, K., Hoffmeister, H. W., Karpuschewski, B., Kuster, F., Hahmann, W. C., & Rabiey, M. (2011). Conditioning and monitoring of grinding wheels. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 60(2), 757-777.
- Wu, Y., Funkenbusch, P. D. (2010). Microstructure and mechanical properties of commercial, bronze-bond, diamond-abrasive tool materials. *Journal of materials science*, 45(1), 251.
- Tillmann, W., Gathen, M., Vogli, E., Kronholz, C. (2007). New materials and methods beckon for diamond tools. *Metal Powder Report*, 62(7), 43-48.
- Zeren, M., Karagöz, Ş. (2007). Sintering of polycrystalline diamond cutting tools. *Materials & design*, 28(3), 1055-1058.
- Zhao, L. L., Zhao, Q. L., Jin, G. W., Kang, X. J., Xin, X. W. (2013). Precision grinding of BK7 glasses using conditioned coarse-grained diamond wheel. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 227(10), 1571-1577.

Performance Evaluation of Eigenvalue Based Detection Methods for Cognitive Radio Systems

C. Çiflikli¹, F. Y. Ilgın^{2*}

Abstract: Nowadays, due to spectrum inadequacy, it is necessary to use the spectrum of the scarce source in the most efficient way. Cognitive radio systems are at the forefront of important technologies that meet this need. Eigenvalue-based detection methods for cognitive radio systems are the reason for much preference because of the low cost of computation. The purpose of this study is to perform detailed performance analyzes of eigenvalue detection methods for cognitive radio systems. For the multi-antenna communication systems in the work done, detection methods are used to detect the presence of the primary user mark in a certain spectrum area. It has been tried to perceive the spectrum in the most accurate way by using randomly generated zero mean primary user and noise signals. In the method, the communication signals received by multiple antennas are spectrally perceived using eigenvalues of covariance matrices. It has been observed that the largest - smallest eigenvector detection method gives more successful results than the other methods (generalized maximum likelihood method, greatest eigenvalue - energy detection method, energy detection method) in simulations made.

Keywords: Detection theory, Cognitive radio, Spectrum sensing, Tracy-widom distribution

Bilişsel Radyo Sistemleri için Özdeğer Tabanlı Algılama Yöntemlerinde Performans Analizi

Özet: Günümüzde spektrum yetersizliği nedeniyle kıt kaynak durumundaki spektrumun en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Özellikle kablosuz haberleşmede sistemlerinde sunulan hizmet standardının geliştirilmesi ve buna bağlı olarak iletilen veri boyutlarının artması bu sonucu doğurmuştur. Bu probleme çözüm olan en önemli teknolojilerin başında bilişsel radyo sistemleri gelmektedir. Bilişsel radyo bulunduğu ortamı algılayan ve ilgili frekansı fırsatçı olarak kullanabilen yeni nesil bir radyo biçimidir. Spektrum algılama ise bilişsel radyonun en önemli ve başlangıç aşamasıdır. Bilişsel radyo sistemlerinde spektrum algılama için farklı yöntemler mevcut olmasına rağmen özdeğer tabanlı algılama yöntemleri diğer yöntemlerin aksine, hesaplama maliyetinin az olması nedeniyle çok fazla tercih sebebidir. Bu çalışmanın amacı bilişsel radyo sistemleri için özdeğer tabanlı algılama yöntemlerinin detaylı performans analizlerinin yapılmasıdır. Yapılan çalışmada çok antenli haberleşme sistemleri için belirli bir spektrum bölgesinde, birincil kullanıcı işaretinin varlığını tespit eden özdeğer tabanlı algılama yöntemleri kullanılmıştır. Rasgele oluşturulan sıfır ortalamalı birincil kullanıcı ve gürültü işaretleri kullanılarak, en doğru şekilde spektrum algılanmaya çalışılmıştır. Yapılan benzetim çalışmaları sonucunda en büyük-en küçük özdeğer tabanlı algılama yönteminin, simüle edilen diğer yöntemlere göre daha başarılı bir algılama yaptığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Algılama teorisi, Bilişsel radyo, Spektrum algılama, Tracy-widom dağılımı

1. Giriş

Yapılan son ölçümler, frekans spektrumunda çok büyük bir bölümün zamanın önemli bir periyodunda kullanılmadığını ortaya koymaktadır

(Mitola ve Maguire, 1999). Bu durumun en önemli sebebinin, sabit spektrum lisanslama politikası olduğu bilinmektedir. Günümüzde kablosuz haberleşmede sunulan hizmet standardının ve bu hizmetlerden faydalanan kullanıcı sayısının sürekli

¹Erciyes Üniversitesi, Kayseri MYO, 38000 Kayseri/Türkiye

²Erzincan Üniversitesi, Erzincan MYO, 24000 Erzincan/Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): fyilgin@erzincan.edu.tr

Citation (Atf): Çiflikli, C., Ilgın, F.Y. (2017). Bilişsel Radyo Sistemleri için Özdeğer Tabanlı Algılama Yöntemlerinde Performans Analizi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 32-37.

artması nedeniyle, sabit spektrum politikası artık sürdürülebilir olmaktan çıkmıştır (Ratnarajah ve Vaillancourt, 2005). Bu probleme bir çözüm olmak ve spektrum kıtlığını hafifletmek için günümüzdeki en önemli çözüm yöntemlerinden biri bilişsel radyo(BR) sistemleridir (Sobron vd., 2015). Daha geniş bir tanımla bilişsel radyo bulunduğu ortamı algılayabilen ve algılama sonuçlarına göre otomatik olarak bir karar radyo sistemleridir (Chatterjee vd., 2014). Bu sistemler, algılama teorisi, yapay zeka ve makine öğrenme mekanizmalarını kullanarak çevresiyle iletişimi sağlarlar. Ayrıca dinamik olarak bulunduğu ortama bağlı olarak çalışma ve algılama parametrelerini değiştirebilirler. BR sistemleri frekans spektrumunun geniş bir bölgesini tarayan geniş band spektrum algılama ve sadece frekans spektrumunun belirli bir bölgesini algılayabilen dar band spektrum algılama olarak iki grupta incelenebilir. BR sistemlerinin amacı, frekans boşluklarını belirleyerek lisanstan muaf ikincil kullanıcılara bu frekans boşluklarını tahsis etmektir. Bu teknolojiyi uygulamanın en büyük zorluklarından birisi, spektrumda birincil kullanıcı olup olmadığının en doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Bu zorlukla başa çıkabilmek için literatürde farklı yöntemler önerilmiştir. Filtre denkleştirme, enerji algılama, cyclostationary algılama, özdeğer tabanlı algılama, kovaryans tabanlı algılama, spektrum algılama için literatürde önerilen yöntemlerin başında gelmektedir. Bu yöntemlerin kendi içinde avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Örneğin filtre denkleştirme yönteminde birincil kullanıcı işaretinin tam olarak bilinmesi gereklidir (Bhargavi ve Murthy, 2010). Cyclostationary algılama yönteminde birincil kullanıcı işaretinin cyclix işaretinin tam olarak bilinmesi gerekli olduğundan yüksek hesaplama maliyetine sahiptir. Enerji algılama yöntemi hesaplama maliyeti açısından oldukça basit olmasına rağmen gürültü varyansının tam olarak kestirilememesinden dolayı uygulama zorluklarını beraberinde getirmektedir. Özdeğer tabanlı algılama ise gürültü işareti ve birincil kullanıcı işareti hakkında hiçbir önsel bilgiye (varyans, modülasyon, kanal bilgisi) ihtiyaç duymadığından diğer yöntemlere göre daha kolay uygulanabilme imkanı sunmaktadır (Zeng ,Liang., 2009). Literatürde özdeğer tabanlı algılama için de farklı yöntemler önerilmiştir. En büyük–en küçük özdeğer oranı, en büyük özdeğer–enerji oranı (EBEK) ve en büyük özdeğer-iz (EBÖİ) ve en küçük özdeğer- enerji (EKÖİ) dedektörler özdeğer tabanlı algılama için en çok kullanılanlarıdır. Bunlara ek olarak daha doğru bir spektrum

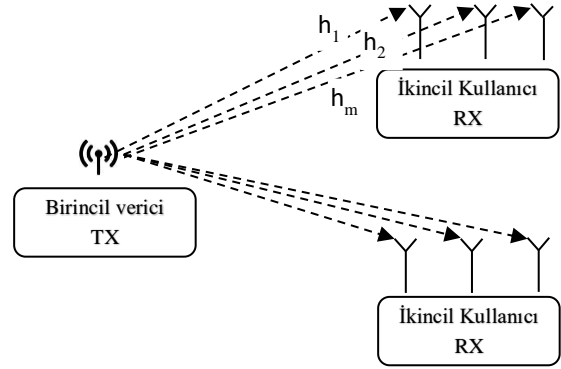
algılama için işbirlikçi algılama yöntemleri de önerilmiştir (Shi-Qi vd., 2012).

Bu çalışmada amaç, literatürde bulunan özdeğer tabanlı algılama yöntemlerinin, algılama olasılıklarının farklı örnek sayılarına göre değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme yapılırken en iyi performans sergilen ilk üç yöntem çalışmada kendisine yer bulmuştur.

Bu çalışmada koyu küçük harfler (x) matrisleri, normal küçük harfler (x) ise vektörleri belirtir. x' ise değişkenin transpozunu belirtir.

2. Özdeğer Tabanlı Spektrum Algılama ve Temel Kavramlar

Özdeğer tabanlı algılama da temel amaç belirli bir spektrum bölgesinde herhangi bir haberleşme işaretinin varlığının veya yokluğunun tespit edilmesidir. Özdeğer tabanlı algılama için genel olarak aşağıdaki senaryo kullanılabilir (Jin vd., 2015).



Şekil 1. Bilişsel radyo sistemleri için önerilen senaryo

Burada çoklu antenlerle donatılmış olan ikincil kullanıcılar mevcut spektrumun dolu/boş olduğunu belirleyerek, boş olduğu durumlarda ilgili spektrumunu kendi aralarında haberleşmek için kullanmaktadırlar (Pillay ve Xu, 2011). Fakat birincil kullanıcı aktif duruma geldiğinde derhal ilgili spektrumunu boşaltmak zorundadırlar. Burada h_1 , h_2 ve h_m birincil kullanıcıdan ikincil kullanıcıya olan kanal katsayı vektörünü temsil etmektedir. Bu durum matematiksel olarak;

$$H_0 : x = \eta \quad (1)$$

$$H_1 : x = \eta + s \quad (2)$$

şeklinde ifade edilir. Burada x matrisi ikincil kullanıcının çoklu antenleri vasıtasıyla algıladığı işareti, s gauss dağılımlı ve sıfır ortalamalı birincil kullanıcı işaretini, n ise gauss dağılımlı gürültüyü temsil etmektedir. Dolayısıyla birincil kullanıcının pasif olduğu durumda x matrisi sadece gürültüden oluşmaktadır. Fakat H_1 durumunda x matrisi hem birincil kullanıcı işaretinin hem de gürültünün karışımından oluşan işaret topluluğunu algılamaktadır. Böylece H_1 ve H_0 durumları için x matrisinin kovaryans matrisi özdeğer dağılımları aşağıdaki gibi olur (Çiflikli ve Ilgin, 2018).

$$H_0 : x \sim CN(0, \sigma_n^2 I_m) \quad (3)$$

$$H_1 : x \sim CN(0, \sigma_x^2 h h^H + \sigma_n^2 I_m) \quad (4)$$

Eşitliklere dikkat edilirse arasında birincil kullanıcının aktif/pasif durumuna göre özdeğerlerin olasılık dağılım fonksiyonları ve varyanslarında bir fark oluşacaktır. Özdeğer tabanlı algılama için bu fark kullanılarak H_1 ve H_0 durumları arasında bir karar verilmektedir (Xinzhi ve Feifei, 2015).

2.1. EBK yöntemi için eşik ve test istatistiği

Dar band spektrum algılama yöntemlerinde H_1 ve H_0 durumları arasında bir karar verilmesi test istatistiği (TS) ve eşik değerine bağlıdır. Bu durum matematiksel olarak;

$$P_{ya} = P(TS > \gamma_{EBK} | H_0) \quad (5)$$

$$P_{ao} = P(TS > \gamma_{EBK} | H_1) \quad (6)$$

şeklinde ifade edilir. Burada P_{ya} yanlış alarm olasılığı ve P_{ao} ise algılama olasılığını belirtir. Eşik değeri hesaplanırken 802.11 kablosuz haberleşme çalışma gurubu tarafından belirlenen 0.1 gibi sınır bir değer bulunmaktadır ve bu değer dikkate alınmalıdır. Eşik değeri oluşturulurken P_{ya} yani yanlış algılama olasılığından yola çıkılmalıdır. EBK yöntemi için eşik değeri olan γ_{EBK} aşağıdaki matematiksel formüllerle gösterilir.

$$\frac{\lambda_{eb}}{\lambda_{ek}} \underset{H_1}{\overset{H_0}{\geq}} \gamma_{EBK} \quad (7)$$

Burada λ_{eb} x 'in kovaryans matrisinin en büyük özdeğerini, λ_{ek} ise en küçük özdeğerini belirtir. H_0 hipotezi geçerli olduğundan eşitlik yeniden düzenlenirse;

$$\lambda_{eb} > \gamma_{EBK} \lambda_{ek} \quad (8)$$

Eşitliği elde edilir. Eşitliğin bir tarafı 1. Dereceden Tracy-widom dağılımına benzetilmelidir bunun için λ_{ek} 'nin ortalama değeri olan $(\sqrt{n} - \sqrt{p})^2$ değeri yerine yazılmalıdır bu durumda aşağıdaki eşitlik elde edilir. Burada n örnek sayısını p ise ikincil kullanıcıdaki anten sayısını belirlemektedir.

$$\lambda_{eb} > \gamma_{EBK} (\sqrt{n} - \sqrt{p})^2 \quad (9)$$

Burada λ_{eb} 1. Derecede Tracy-widom dağılımına yakınsayacağından eşitliğin bu tarafı 1. Dereceden Tracy-widom dağılımına benzetilir ve survival fonksiyonu kullanılırsa eşik değeri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\gamma_{EBK} = F_1^{-1}(1 - P_{fa}) \left(\frac{(\sqrt{n} + \sqrt{p})^2}{(\sqrt{n} - \sqrt{p})^2} \right) \left(1 + \frac{(\sqrt{n} + \sqrt{p})^{-2/3}}{(np)^{1/6}} \right) \quad (10)$$

Burada F_1^{-1} 1.dereceden tracy-widom dağılımını gösterir ki bu dağılım rassal hermit matrisinin en büyük özdeğerinin olasılık dağılımıdır (Deo, 2016). Bu dağılım için belirli değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Dereceden tracy-widom dağılımı için nümerik bazı değerler.

x	-3.90	-2.78	-1.27	0.45	2.02
$F_1(x)$	0.01	0.10	0.50	0.90	0.99

Burada eşik değerine dikkat edilirse gürültü veya birincil kullanıcı işareti hakkında herhangi bir önsel bilgi gerektirmemektedir. Bu nedenle bu yöntem kör yöntemler içine dahil edilebilir.

2.2. EKÖE yöntemi için eşik ve test istatistiği

EKÖE için test istatistiği ve eşik değeri;

$$TS = \frac{T(n)}{\lambda_{ek}} \quad (11)$$

şeklinde ifade edilir. Burada $T(n)$ alınan işaretin enerjisi olarak tanımlanır. Eşik değerini elde etmek için ise gauss dağılım fonksiyonu kullanılmalıdır. Literatürde kovaryans matrisi en küçük özdeğeri için, tanımlı bir fonksiyon olmaması nedeni ile

gürültünün olasılık dağılımı kullanılmalıdır. Haberleşme sistemleri için gürültü dağılımı normal dağılıma yakınsadığı için bu fonksiyon kullanılabilir.

$$\gamma_{EKÖE} = \frac{Q^{-1}(P_{fa})(\sqrt{2n} + \sqrt{np})}{\sqrt{p}(\sqrt{n} - \sqrt{p})^2} \quad (12)$$

Şeklinde tanımlanır. Burada Q^{-1} gauss dağılım fonksiyonudur. Yine burada da eşik değerine dikkat edilirse gürültü veya birincil kullanıcı işareti hakkında herhangi bir önsel bilgi gerektirmedikinden kör spektrum algılama olarak tanımlanabilir. Fakat gürültü gücünün önceden kestirilmesi gerekmektedir.

2.2. EBÖİ yöntemi için eşik ve test istatistiği

EBÖİ yönteminde alınan işaretin kovaryans matrisinin en büyük özdeğerinin, alınan işaretin izine oranı şeklinde bir test istatistiği mevcuttur.

$$TS = \frac{\lambda_{eb}}{tr(x)} \quad (13)$$

Burada $tr(x)$ alınan işaretin izini belirtir. Bu yöntemde eşik değerini elde etmek için eşitlik yeniden düzenlenirse;

$$\lambda_{eb} > \gamma_{EBÖİ} tr(x) \quad (14)$$

Şeklinde olacaktır. Burada λ_{eb} yine 1. Dereceden Tracy-widom dağılımına benzetilmelidir. Böylece EBÖİ yöntemi için eşik değeri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\gamma_{EBÖİ} = \frac{[F_{TW}^{-1}(1-P_{fa}) + (\alpha/\beta)]\beta}{np} \quad (15)$$

Şeklinde tanımlanır. Burada α ve β , Tracy-widom dağılımı için sakala ve varyans katsayılarını gösterir ve aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\alpha = (\sqrt{n-1} + \sqrt{p})^2 \quad (16)$$

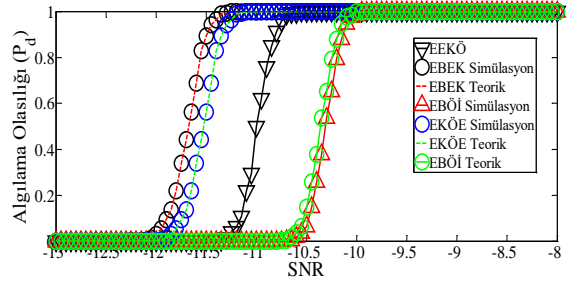
$$\beta = \sqrt{n-1} + \sqrt{p} \left(\frac{1}{\sqrt{n-1}} \right) + \frac{1}{\sqrt{p}} \quad (17)$$

EBÖİ yönteminde yine eşik değerine dikkat edilirse bu yöntemde kör olarak tanımlanacağı görülebilir.

3. Benzetim Sonuçları

Bu bölümde, önerilen yöntemlerin başarımını görmek için simülasyon sonuçları verilmektedir. Simülasyonlarda MIMO-OFDM tabanlı haberleşme sistemi kullanılmıştır. Şekil 2' de 4x4 MIMO sistem (4 alıcı, 4 verici anten) için değişen SNR değerlerine karşı önerilen yöntemlerin algılama performansları görülmektedir. P_{fa} 0.1 olarak seçilmiştir.(bu değer WRAN 802.22 çalışma gurubu tarafından izin verilen sınır değeridir). Simülasyonlarda birincil kullanıcı işareti ve gürültü işareti rasgele oluşturulmuş ve monte karlo analizi için her algoritma 1000 kere çalıştırılarak algılama olasılığı değerinin ortalaması alınmıştır. Grafiğe dikkat edildiğinde ilk göze çarpan nokta simüle edilen kör yöntemler arasında EBK yönteminin diğerlerine göre en başarılı performansı sergilemesidir.

EBEK yönteminin -11.5 dB lik bir gürültü varlığında bile algılama olasılığının 1 olduğu görülmektedir. Ayrıca grafikte simülasyon sonuçlarıyla birlikte teorik sonuçlara da yer verilmiştir. EBK yöntemi için simülasyon ve teorik sonuçların neredeyse birebir olarak örtüştüğü görülmektedir.

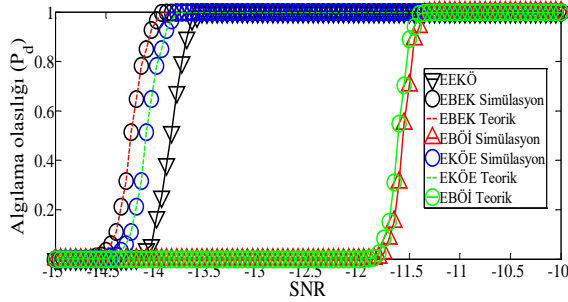


Şekil 1. Bazı özdeğer tabanlı algılama yöntemleri için simülasyon sonuçları: $n=1000$, $p=4$, $pfa=0.1$

EKÖE yöntemi ise EBK yönteminden daha kötü performans sergilemesine rağmen, EBK yöntemine yakın performans göstermiştir. Grafikten görüldüğü üzere EKÖE yöntemin doğru algılama olabilmesi için gürültü eşiği değeri yaklaşık 11.3 dB olarak görülmüştür.

Bilindiği üzere enerji algılama (ED) yönteminde spektrum algılamada hesaplama kolaylığı açısından oldukça tercih edilebilir bir yöntemdir. Fakat bu yöntemin uygulanabilmesi için gürültü gücünün tam olarak bilinmesi gereklidir (Guo, 2011). Bu nedenle uygulamada özellikle gürültü

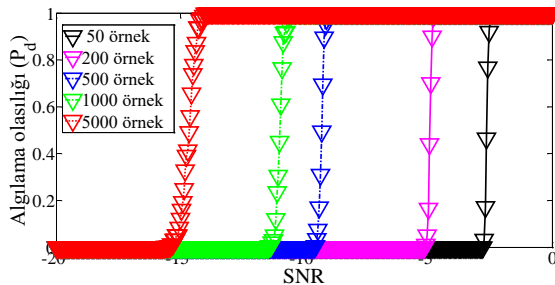
belirsizliği durumlarında performansı düşmektedir. Gürültü belirsizliği uygulamada genellikle 2dB civarlarında karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2. Bazı özdeğer tabanlı algılama yöntemleri için simülasyon sonuçları: $n=1000$, $p=8$, $pfa=0.1$

Yapılan simülasyonlarda MIMO sistemler için anten sayısının algılama olasılığına etkisini göstermek için ise şekil 3'e bakılabilir. Şekil 3' özellikle EBÖİ ve EEKÖ yöntemlerinin anten sayısına göre algılama performanslarında önemli bir artış görülmektedir. EBÖİ yöntemi de 8x8 MIMO sistem için başarımlarını artırarak bu artış diğer yöntemlere göre daha azdır. Görüldüğü üzere MIMO sistemlerde anten sayısının artması algılama olasılığı değerine pozitif etki etmektedir. Fakat uygulamada anten sayısını artırmak pek mümkün olmayabilir. Sadece günümüz teknolojisi için massive MIMO sistemlerinde bu anten sayılarına ulaşmak mümkün olmaktadır.

Kör spektrum algılama yöntemlerinin örnek uzunluğuna göre başarımlarını ise şekil 4'te verilmiştir. Burada önceki grafiklerden anlaşıldığı üzere en başarılı yöntem EBÖİ olduğundan örnek uzunluğu için sadece bu yöntem için yer verilmiştir.



Şekil 3. EBÖİ yöntemi için değişen örnek sayılarına göre algılama performansının değişimi

Burada artan örnek sayısı ile birlikte algılama olasılığı değerinde doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir.

Bilişsel radyo sistemlerinde ilgili frekans fırsatçı olarak kullanılacağı için örnek uzunluğunun artması uygulama da istenmeyen bir durumdur. Çünkü örnek uzunluğunun artması beraberinde spektrumunu algılamak için geçen sürenin de artması anlamına gelmektedir. Bunun için en az örnek uzunluğunda doğru bir algılama yapmak bilişsel radyo sistemleri için önemli bir noktadır.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Günümüzde spektrum kıt ve sonlu bir kaynak durumunda olduğundan bu kaynağı verimli şekilde kullanmak, kablosuz haberleşme sistemlerinin geleceği için önemli bir noktadır. Son yıllarda sayısal haberleşme başlığı altında bu problemin çözümü için fazlaca çalışma yapılmaktadır. Spektrum algılama için kör yöntemler, birincil kullanıcı ve gürültü işareti için herhangi bir önsel bilgi gerektirmediğinden son derece umut veren çalışmalar olmuştur. Enerji algılama, durgun durağanlık özelliği gibi farklı spektrum algılama yöntemlerinde genellikle önsel bilgi gerekliliği mevcuttur. Bu durum bu yöntemlerin uygulanmasında zorluk sunmaktadır. Budan dolayı özdeğer tabanlı algılama yöntemleri bu alanda büyük bir açığı kapatmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada farklı kör spektrum algılama yöntemlerinin performans analizleri yapılmıştır. Simülasyonlarda EBÖİ yönteminin diğerlerine göre daha başarılı algılama performansı bulunduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Bhargavi, D., Murthy, C.R. (2010). Performance comparison of energy, matched-filter and cyclostationarity-based spectrum sensing. In Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2010 IEEE Eleventh International Workshop on (pp. 1-5). IEEE.
- Charan, C., Pandey, R. (2016). Eigenvalue based double threshold spectrum sensing under noise uncertainty for cognitive radio. Optik-International Journal for Light and Electron Optics, 127(15), 5968-5975.
- Chatterjee, S., Banerjee, A., Acharya, T., Maity, S. P. (2014, August). Fuzzy C-means clustering in energy detection for

- cooperative spectrum sensing in cognitive radio system. In *International Workshop on Multiple Access Communications* (pp. 84-95). Springer, Cham.
- Çiflikli, C., Ilgin, F.Y. (2018). Covariance based spectrum sensing with studentized extreme eigenvalue, *Technical gazette* (accepted papers in press).
- Deo, R.S. (2016). On the Tracy–Widom approximation of studentized extreme eigenvalues of Wishart matrices. *Journal of Multivariate Analysis*, 147, 265-272.
- Guo, D., Wu, Y., Shitz, S.S., Verdú, S. (2011). Estimation in Gaussian noise: Properties of the minimum mean-square error. *IEEE Transactions on Information Theory*, 57(4), 2371-2385.
- Jayaweera, S. K. (2014). *Signal Processing for Cognitive Radios*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Jin, M., Guo, Q., Xi, J., Li, Y., Yu, Y., Huang, D. (2015). Spectrum sensing using weighted covariance matrix in Rayleigh fading channels. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 64(11), 5137-5148.
- Liu, S.Q., Hu, B. J., Wang, X.Y. (2012). Hierarchical cooperative spectrum sensing based on double thresholds energy detection. *IEEE Communications Letters*, 16(7), 1096-1099.
- Mitola, J., Maguire, G.Q. (1999). Cognitive radio: making software radios more personal. *IEEE personal communications*, 6(4), 13-18.
- Pillay, N., Xu, H.J. (2012). Blind eigenvalue-based spectrum sensing for cognitive radio networks. *IET communications*, 6(11), 1388-1396.
- Ratnarajah, T., Vaillancourt, R., Alvo, M. (2004). Eigenvalues and condition numbers of complex random matrices. *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, 26(2), 441-456.
- Sobron, I., Diniz, P. S., Martins, W. A., Velez, M. (2015). Energy detection technique for adaptive spectrum sensing. *IEEE Transactions on Communications*, 63(3), 617-627.
- Xinzhi, Z., Feifei, G., Rong, C., Tao, J. (2015). Matched filter based spectrum sensing when primary user has multiple power levels. *China Communications*, 12(2), 21-31.
- Zeng, Y., Liang, Y.C. (2007). Covariance based signal detections for cognitive radio. In *New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks, 2007. DySPAN 2007. 2nd IEEE International Symposium on* (pp. 202-207). IEEE.

Speed and Direction Angle Control of Four Wheel Drive Skid-Steered Mobile Robot by Fractional Order Sliding-Mode Control

K. Orman^{1*}, A. Derdiyok²

Abstract: In this study, a Fractional Order Sliding Mode Controller (FOSMC) structure was simulated to control the body speed and direction angle of a four Wheel drive skid-steered mobile robot (4WD SSMR). The body velocity and orientation angle of the mobile robot are calculated using the angular velocity of each motor. The torque signal of each motor for the mobile robot's trajectory tracking and position stability will be generated by the FOSMC. To compare the performance of the FOSMC, a PI controller with well-tuned parameters was applied to the mobile robot using the same references. Simulation studies have shown that the FOSMC provides better results in terms of trajectory tracking accuracy and error levels than the conventional PI controller.

Keywords: Mobile Robot, SSMR, Fractional Order Sliding Mode Control.

Dört Teker Tahrikli Mobil Robotun Gövde Hızı ve Yönelme Açısının Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü ile Kontrolü

Özet: Bu çalışmada dört teker tahrikli mobil robotun (4TT MR) gövde hızı ve yönelme açısının kontrolü için Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü (KDKKK) yapısı benzetim ortamında test edilmiştir. Mobil robotun gövde hızı ve yönelme açısı her bir motorun açısal hızı kullanılarak hesaplanmaktadır. Tasarlanacak olan KDKKK ile mobil robotun yörünge izleme ve konum kararlılığı için her bir motorun tork işareti üretilecektir. KDKKK'nün performansını kıyaslamak için aynı referanslar kullanılarak mobil robota parametreleri iyi ayarlanmış bir PI kontrolcü de uygulanmıştır. Benzetim sonuçları KDKKK'nün geleneksel PI kontrolcüye göre yörünge izleme doğruluğu ve hata büyüklüğü açısından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Mobil Robot, 4TT MR, Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrol

1. Giriş

Son birkaç yılda, araştırmacılar mobil robotların yörünge izleme sorunlarına odaklanmış ve farklı yaklaşımlar tartışılmıştır. Özellikle, mobil robotun konformik olmayan kısıtlamaları dikkate alınmıştır. Normey-Rico ve arkadaşları (Normey-Rico vd., 2001) sağlam bir PID algoritmasına dayanan bir yol izleme denetleyicisi önermişlerdir. Yöntemlerinde integral alıcı ve bir geciktiriciden oluşan basit bir doğrusallaştırılmış mobil robot modelini kullanmışlardır. Ayrıca bu çalışmada Ziegler-Nichols yöntemine benzeyen kolay bir sentez prosedürü kullanılmış ve elde edilen

kurallar PID kontrolcü için uygulanmıştır. Mobil robotların yalnızca kinematik modeline dayanan kontrolcüler gerçek uygulamalarda özellikle yüksek hızlı manevralarda başarılı sonuçlar veriyse de, (Sun, 2005; Das ve Kar, 2006; Carelli vd., 2006) yüksek hızlı manevralar ile tatmin edici izleme performansını elde etmek zordur. Bu nedenle, denetleyiciyi tasarlarırken, mobil robotun dinamiklerini ve kinematığını aynı anda göz önüne almak zorunlu hale gelir. Bu duruma çözüm olarak kinematik kontrolcü ile entegre olabilen bir dinamik kontrolcü önerilmektedir (Yue vd., 2012). Önerilen yöntemde çift kapalı döngü denetleyicisi kullanılmıştır. Hız kontrolü için dış döngüde geri

¹Erzincan Üniversitesi, Erzincan Meslek Yüksekokulu, Erzincan, Türkiye.

²Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Sakarya, Türkiye.

*Corresponding author (İletişim yazarı): korman@erzincan.edu.tr

Citation (Atıf): Orman, K., Derdiyok, A. (2017). Dört Teker Tahrikli Mobil Robotun Gövde Hızı ve Yönelme Açısının Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü ile Kontrolü. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 38-46.

adımlama yöntemi kullanılmıştır. Aynı zamanda iç döngüye bir bozulma-gözlemci tabanlı kontrolcü uygulanmış ve dinamik kontrolcü olarak kayan kipli kontrol yöntemi kullanılmıştır. Uygulama açısından, dinamik parametreleri elde etmek çok zordur. Yapılan başka bir çalışmada ise birleştirme yapısına dayanan dinamik geri besleme doğrusallaştırma yöntemi önerilmiştir (Ma vd., 2011). Mobil robotun dinamikleri iyi biliniyorsa bu yöntemle iyi sonuçlar almak mümkündür. Mobil robotlarda geri adımlama kontrol yöntemi de yörünge izlemede kullanılır (Huichao vd, 2012; Hwang vd., 2013), ancak denetleyici ve tasarım süreci çok karmaşıktır. Huang ve ark. (Huang vd., 2014), nonholonomik mobil robotlar için yüksek kazançlı bir gözlemci yapısına dayalı uyarlamalı çıkış geri beslemeli yörünge izleme kontrol tasarımı şemasını önermişlerdir. Gözlemcileri sırasıyla bilinmeyen doğrusal ve açılal hızları tahmin etmek için kullanmışlardır. İnsansız kara araçları için yörünge izleme hatasına bağlı kontrol yaklaşımı sunulan çalışmada (Kayacan vd., 2016); yörünge izleme hatasına bağlı model, doğrusal bir model tahmin denetleyicisini tasarlamak için kullanılmış ve kontrol eylemi ileri besleme ve gürbüz kontrol eylemleri ile birleştirilmiştir. Ayrıca bir traktör tarafından çekilen römork sistemi üzerinde farklı rotalar ile test edilmiştir. Model tahminine dayalı bir kontrol yaklaşımında (Hang vd., 2017) ise kontrolcü tasarımı için aracın doğrusal olmayan dinamik modeli doğrusal bir model olarak basitleştirilmiştir. Daha sonra referans yönelme açısı ve referans ilerleme mesafesi olarak ifade edilen referans yolu takip etmek için bir model tahmin kontrol cihazı (MPC) tasarlanmıştır.

Tüm bu gelişmelerin yanı sıra, kesir dereceli hesaplamalar eski bir geçmişe sahip olsa da son zamanlarda artan bir ilgiye sahiptir. Kesir dereceli hesaplamaların başlangıcı G.W. Leibnz (1695) ve L. Euler (1730)'e dayanmaktadır. Bu alanda temel teşkil edecek çalışmalarda; Kesir dereceli hesaplamaların temel matematiği (oldham vd Spainer, 1974), kesir dereceli diferansiyel denklemlerin çözümleri (Podlubny, 1999a; Podlubny, 1999b) ve bu hesaplamaların mühendislikteki bazı kuralları (Das, 2008)'de sunulmuştur.

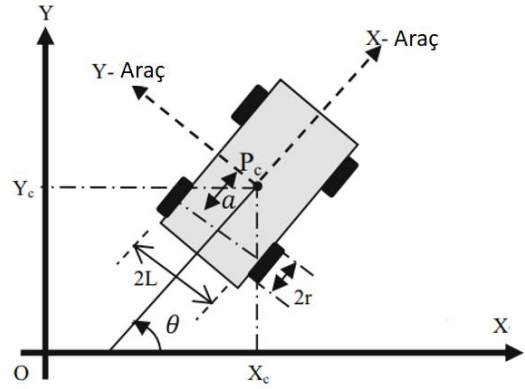
Bu çalışmada, 4 teker tahrikli mobil robotun (4TT MR) sırasıyla hız ve yön açısı kontrolü için Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü (KDKKK) ve parametreleri iyi ayarlanmış PI kontrolcü benzetim ortamında kıyaslanmıştır. Benzetim

sonuçları KDKKK'nün PI kontrolcüye göre ani referans değişimlerine karşı hassasiyet ve hata miktarı açısından daha başarılı olduğunu göstermiştir.

2. Materyal ve Yöntem

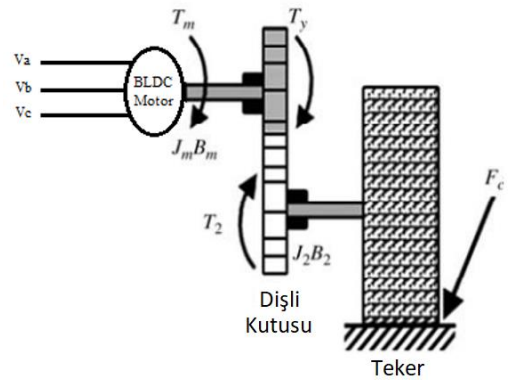
2.1. 4 teker tahrikli mobil robot (4TT MR)

Şekil 1'de iki boyutlu düzlem üzerinde hareket eden 4TT- MR ve eksenler gösterilmiştir (Ertuğrul vd., 1994).



Şekil 1. 4TT MR'un Kinematikleri

4TT MR'un dört sabit tekerleği vardır ve kayarak yönlendirilir. Tekerler Şekil 2'de gösterildiği gibi bir dişli kutusu yoluyla BLDC motor aracılığıyla hareket eder.



Şekil 2. Her tekere ait tahrik sistemi

Mobil robotun kinematik denklemleri aşağıdaki gibi türetilmiştir (Ertuğrul vd., 1994).

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{r}{2} & \frac{r}{2} \\ 0 & 0 \\ \frac{r}{L} & -\frac{r}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_r \\ \omega_l \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$v = r * \left[\frac{\omega_r + \omega_l}{2} \right] \quad (2)$$

$$\dot{\theta} = \omega = r * \left[\frac{\omega_r - \omega_l}{L} \right] \quad (3)$$

$$\dot{\theta}_r = \omega_r, \dot{\theta}_l = \omega_l \quad (4)$$

$$v_x = v * \cos(\theta) = r * \left[\frac{\omega_r + \omega_l}{2} \right] * \cos(\theta) \quad (5)$$

$$v_y = v * \sin(\theta) = r * \left[\frac{\omega_r + \omega_l}{2} \right] * \sin(\theta) \quad (6)$$

Araca ait kısıtlar ise;

$$\dot{y}_c * \cos(\theta) - \dot{x}_c * \sin(\theta) = a\dot{\theta} \quad (7)$$

$$\dot{x}_c * \cos(\theta) + \dot{y}_c * \sin(\theta) + L\dot{\theta} = r\dot{\theta}_r \quad (8)$$

$$\dot{x}_c * \cos(\theta) + \dot{y}_c * \sin(\theta) - L\dot{\theta} = r\dot{\theta}_l \quad (9)$$

Burada 'r' tekerlerin yarı çapı, '2L' sağ ve sol tekerler arasındaki mesafe, ω_r ve ω_l sağ ve sol tekerlere ait açısal hızlar, 'v' ve ' θ ' ise 4TT MR'un gövde hızı ve yönelme açısı, v_x ve v_y ise 4TT MR'un ağırlık merkezi (Pc)'nin x ve y eksenindeki hız bileşenleridir. 4TT MR'un gerçek konumu koordinat ekseninde $Pc = (x_c, y_c, \theta)$ ile ifade edilmektedir.

4TT MR'un her bir motoruna ait elektriksel ve mekanik eşitlikler aşağıdaki gibi ifade edilebilir,

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} = -\frac{R}{L_1} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} - \frac{1}{L_1} \begin{bmatrix} e_a \\ e_b \\ e_c \end{bmatrix} + \frac{1}{L_1} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \frac{1}{J_m} (T_e - B_m\omega_m - T_{yuk}) \quad (11)$$

$$\varphi_e = \frac{p}{2} \varphi_m \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} e_a \\ e_b \\ e_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_a(\varphi)\lambda\omega_m \\ f_b(\varphi)\lambda\omega_m \\ f_c(\varphi)\lambda\omega_m \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$T_e = T_a + T_b + T_c \quad (14)$$

$$T_e = J_m \frac{d\omega_m}{dt} + B_m\omega_m + T_{yuk} \quad (15)$$

$$T_{yuk} = n^2 J_2 \frac{d^2 \varphi_m}{dt^2} + n^2 B_2 \frac{d\varphi_m}{dt} + n F_c \frac{\dot{\varphi}_m}{|\dot{\varphi}_m|} \quad (16)$$

Burada 'n' dişli kutusunun dönüştürme oranı, ' B_m ' motor ve yükün sürtünme katsayısını, ' J_m ' motor ataletini, ' J_2 ' dişli kutusunun ataletini, ' F_c ' Coulomb tork sabitini, ' $f_a(\varphi)$ ', ' $f_b(\varphi)$ ', ' $f_c(\varphi)$ ' zıt emk'lar ile aynı şekillere sahip fonksiyonları, ' λ ' ise dönüş sayısı ve akı linki/iletkeninin çarpımı olarak toplam akı bağlantısını temsil eder, ' ω_m ' motorun açısal hızını, ' φ_m ' rotorun mekanik açısını, ' φ_e ' rotorun elektriksel açısını, 'p' rotordaki kutup sayısı, $L_1 = L - M$, Burada 'L' faz başına sargının kendi indüktansını, 'M' ise faz başına karşılıklı indüktansı ifade etmektedir.

T_{yuk} ; Eşitlik (15)'te yerine yazılarak her motor için aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir,

$$T_e = (J_m + n^2 J_2) \frac{d^2 \varphi_m}{dt^2} + (B_m + n^2 B_2) \frac{d\varphi_m}{dt} + n F_c \text{sign}(\dot{\varphi}_m) \quad (17)$$

BLDC motorun durum denklemleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \quad (18)$$

Burada durumlar ve giriş vektörü aşağıdaki gibi ifade edilmiştir,

$$x(t) = [i_a \ i_b \ i_c \ \omega \ \varphi]^T \quad (19)$$

$$u(t) = [v_a \ v_b \ v_c \ T_{yuk}]^T \quad (20)$$

Sistem matrisleri ise;

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L_1} & 0 & 0 & \frac{f_a(\varphi)\lambda}{J_m} & 0 \\ 0 & -\frac{R}{L_1} & 0 & \frac{f_b(\varphi)\lambda}{J_m} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{R}{L_1} & \frac{f_c(\varphi)\lambda}{J_m} & 0 \\ \frac{f_a(\varphi)\lambda}{J_m} & \frac{f_b(\varphi)\lambda}{J_m} & \frac{f_c(\varphi)\lambda}{J_m} & -\frac{B_m}{J_m} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{p}{2} & 0 \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{1}{L_1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{L_1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{J_m} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (22)$$

olarak belirlenmiştir.

2.2. Kontrolcü tasarımı

Bu çalışmada kullanılacak olan kontrol yöntemi Şekil 3'te gösterildiği gibi açıklanmaktadır. Her bir motor için gereken tork, kontrolcünün çıkışları olarak tanımlanan u_v ve u_θ ile hesaplanmaktadır. Sağ ön ve arka tekerleklerin torku;

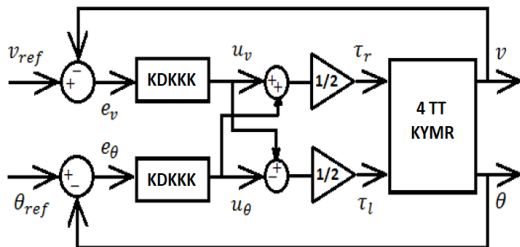
$$\tau_r = \frac{u_v + u_\theta}{2} \quad (23)$$

Sol ön ve arka tekerleklerin torku ise;

$$\tau_l = \frac{u_v - u_\theta}{2} \quad (24)$$

olarak belirlenmiştir.

4TT MR'un gövde hızı ve yönelme açısı, sol ve sağ motorlar için verilen eşitlik (2) ve (3) 'ten hesaplanır. Eşitlik (23) ve (24)'te belirtilen sağ ve sol referans torklarını hesaplamak için KDKKK'ler tarafından u_v ve u_θ kontrol sinyalleri üretilir.



Şekil 3. KDKKK sistemi

2.3. Kesir dereceli hesaplama

Kesir dereceli türev alıcı ${}_a D_t^p$ operatörü ile gösterilebilir, burada “a” ve “t” sınırları ifade eder. Kesir dereceli türev / integral operatörü aşağıdaki gibi tanımlanır,

$${}_a D_t^p = \begin{cases} \frac{d^p}{dt^p} & : p > 0 \\ 1 & : p = 0 \\ \int_a^t (d\tau)^{-p} & : p < 0 \end{cases} \quad (25)$$

burada “p” kesir derecesini ifade eder ve karmaşık bir sayı olabilir, bununla birlikte “p” başlangıç koşulları ile ilgilidir. Kesir dereceli türev ve integral için çeşitli matematiksel tanımlar mevcuttur (Oldham ve Spanier, 1974; Podlubny, 1999a). Bu tanımlar arasında en yaygın olarak kullanılan Grünwald–Letnikov (GL) tanımı ve Riemann–Liouville (RL) tanımıdır. GL tanımı aşağıdaki gibidir;

$${}_a D_t^p f(t) = \lim_{h \rightarrow 0} h^{-p} \sum_{j=0}^{\lfloor \frac{t-a}{h} \rfloor} (-1)^j \binom{p}{j} f(t - jh) \quad (26)$$

Burada $\lfloor \frac{t-a}{h} \rfloor$ ifadesi tam sayı kısmı ifade eder, RL tanımı ise aşağıdaki gibidir.

$${}_a D_t^p f(t) = \frac{1}{\Gamma(n-p)} \frac{d^n}{dt^n} \int_a^t \frac{f(\tau)}{(t-\tau)^{p-n+1}} d\tau \quad (27)$$

($n - 1 < p < n$) için, $\Gamma(.)$ Euler'in gamma fonksiyonunu, “a” başlangıç zamanını ve “t” ise türev ve integral parametrelerini temsil eder.

2.4. Kesir dereceli kayan kipli kontrolcü (KDKKK)

4 TT KYMR'un gövde hızı ve yönelme açısı hataları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \varepsilon_v(t) &= v_{ref}(t) - v(t) \\ \varepsilon_\theta(t) &= \theta_{ref}(t) - \theta(t) \end{aligned} \quad (28)$$

Her bir kontrolcüye ait kayma yüzeyleri ise aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

$$\begin{aligned} s_v(t) &= \lambda_1 \varepsilon_v(t) + \dot{\varepsilon}_v(t) \\ s_\theta(t) &= \lambda_2 \varepsilon_\theta(t) + \dot{\varepsilon}_\theta(t) \end{aligned} \quad (29)$$

kayan kipli kontrol yaklaşımı için aşağıdaki gibi tanımlanan bir sistemi ele alabiliriz (Daewon vd., 2009).

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= f_1(x_1, x_2, t) \\ \dot{x}_2 &= f_2(x_1, x_2, t) + B_2(x_1, x_2, t)u(t) \end{aligned} \quad (30)$$

Bu durum uzayı tanımlamasında, $x_1 \in \mathfrak{R}^{n-m}$, $x_2 \in \mathfrak{R}^m$ ve B ise m*m boyutunda tekil olmayan bir matristir. Kontrol işlemindeki amaç, sistemin durumunu aşağıda tanımlanan kayma yüzeyine yaklaştırmaktır.

$$s = \{x: \tau(t) - \xi(x) = \varepsilon(x, t) = 0\} \quad (31)$$

Burada $\tau(t)$ kayma fonksiyonunun zamana bağlı kısmıdır ve kontrolcüye uygulanacak referans girişleri içerir. $\xi(x)$ ise kayma fonksiyonunun durum denklemlerine bağlı kısmını ifade eder. Kapalı döngü kontrol sisteminin kararlılık analizi için seçilen Lyapunov $V(\varepsilon)$ fonksiyonu ve pozitif tanımlı türevi ise (Jezernik vd., 1994; Sabanovic vd., 1996);

$$V = \frac{1}{2}\varepsilon^T \varepsilon \quad , \quad \dot{V} = \varepsilon^T \dot{\varepsilon} \quad (32)$$

Lyapunov fonksiyonunun zamana göre türevi aşağıdaki gibi ifade edilebilirse $\varepsilon(x, t) = 0$ çözümü sabit olacaktır (Sabanovic.vd., 1996).

$$\dot{V} = -\varepsilon^T P \varepsilon \quad (33)$$

Burada P pozitif tanımlı bir matristir. Böylece Lyapunov fonksiyonunun türevi negatif olacak ve kararlılık sağlanacaktır. Eşitlik (32) ve (33)'deki türev ifadeleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$-\varepsilon^T P \varepsilon = \varepsilon^T \dot{\varepsilon} \quad (34)$$

Eşitlik (31)'de tanımlanan kayma yüzeyi fonksiyonunun türevi ise;

$$\dot{s} = \dot{\varepsilon} = \dot{\tau} - \dot{\xi} \quad (35)$$

Burada,

$$\xi = G_1 x_1 + G_2 x_2 \quad \text{ve} \quad \dot{\xi} = G_1 \dot{x}_1 + G_2 \dot{x}_2 \quad (36)$$

olarak tanımlıdır ve $G_1 \in \mathfrak{R}^{n \times (n-m)}$, $G_2 \in \mathfrak{R}^{n \times m}$ ise kazanç matrisleridir. Eşitlik (35) ve $\dot{\varepsilon} = 0$ şartı kullanılarak equivalent kontrol ifadesi;

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\tau} - \dot{\xi} = \dot{\tau} - (G_1 f_1 + G_2 f_2 + G_2 B_2 u_{eq}) = 0 \quad (37)$$

$$u_{eq} = (G_2 B_2)^{-1} (\dot{\tau} - G_1 f_1 - G_2 f_2) \quad (38)$$

elde edilir, sisteme gelen kontrol işaretini bulmak için eşitlik (34) ve (35) kullanılırsa;

$$\dot{\varepsilon} = -P \varepsilon = \dot{\tau} - \dot{\xi} \quad (39)$$

$$\dot{\tau} - (G_1 f_1 + G_2 f_2 + G_2 B_2 u) = -P \varepsilon \quad (40)$$

Sonuç olarak kısa bir cebirsel işlem yapılarak aşağıdaki ifade elde edilir.

$$u = u_{eq} + (G_2 B_2)^{-1} P \varepsilon \quad (41)$$

Eşitlik (35) kullanılarak kayma fonksiyonunun türevi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\dot{\varepsilon} = \dot{\tau} - (G_1 f_1 + G_2 f_2 + G_2 B_2 u) \quad (42)$$

Yukarıdaki eşitliğin her iki tarafı $(G_2 B_2)^{-1}$ ile çarpılırsa

$$\begin{aligned} (G_2 B_2)^{-1} \dot{\varepsilon} &= \\ (G_2 B_2)^{-1} (\dot{\tau} - (G_1 f_1 + G_2 f_2) - u) & \end{aligned} \quad (43)$$

elde edilir ve eşitlik (37) kullanılarak;

$$(G_2 B_2)^{-1} \dot{\varepsilon} = u_{eq} - u \quad (44)$$

elde edilir ve sonuç olarak Eşitlik (44) ve Eşitlik (41) kullanılarak kontrol işareti aşağıda verildiği gibi elde edilir.

$$u(t) = u(t^{-1}) + (G_2 B_2)^{-1} \left(\frac{d\varepsilon}{dt} + P \varepsilon \right) \quad (45)$$

$$t = t^{-1} + \Delta, \quad \Delta \rightarrow 0 \quad (46)$$

Kontrol işaretinin anlık değeri, $(t - \Delta)$ anındaki değeri ve kontrol hatası ε ile türevinin tartılı toplamı üzerinden hesaplanır. Bu sayede 4TT MR'un gövde hızı ve yönelme açısı kontrol yapısında kullanılacak olan ve Şekil 3'te gösterilen u_v ve u_θ kontrol işaretleri aşağıdaki gibi belirlenebilir.

$$\left. \begin{aligned} u_v(t) &= u_v(t^{-1}) + (G_2 B_2)^{-1} \left(\frac{d\varepsilon_v}{dt} + P \varepsilon_v \right) \\ u_\theta(t) &= u_\theta(t^{-1}) + (G_2 B_2)^{-1} \left(\frac{d\varepsilon_\theta}{dt} + P \varepsilon_\theta \right) \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

Eşitlik (47)'de ' ε_v ' gövde hızı ve ' ε_θ ' yönelme açısı hatalarına ait zamana bağlı türevler kesirli dereceden hesaplanırsa nihai kesir dereceli kayan kipli kontrol işaretleri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\left. \begin{aligned} u_v(t) &= u_v(t^{-1}) + (G_2 B_2)^{-1} ({}_a D_t^p \varepsilon_v + P \varepsilon_v) \\ u_\theta(t) &= u_\theta(t^{-1}) + (G_2 B_3)^{-1} ({}_a D_t^p \varepsilon_\theta + P \varepsilon_\theta) \end{aligned} \right\} \quad (48)$$

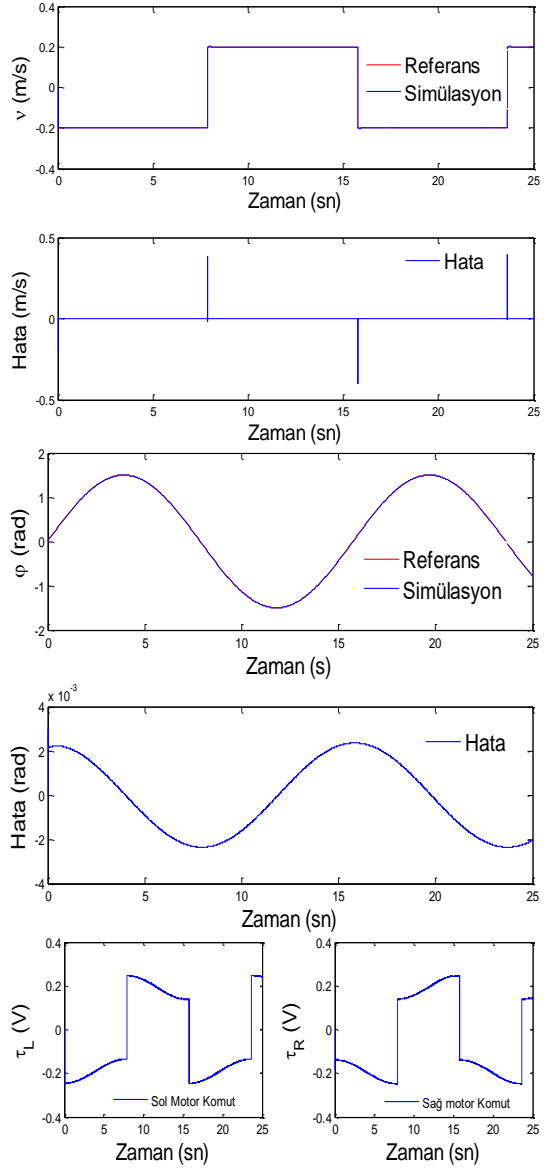
Burada B_2 ve B_3 kontrol işaretlerinin çarpım katsayılarıdır.

3. Benzetim Sonuçları

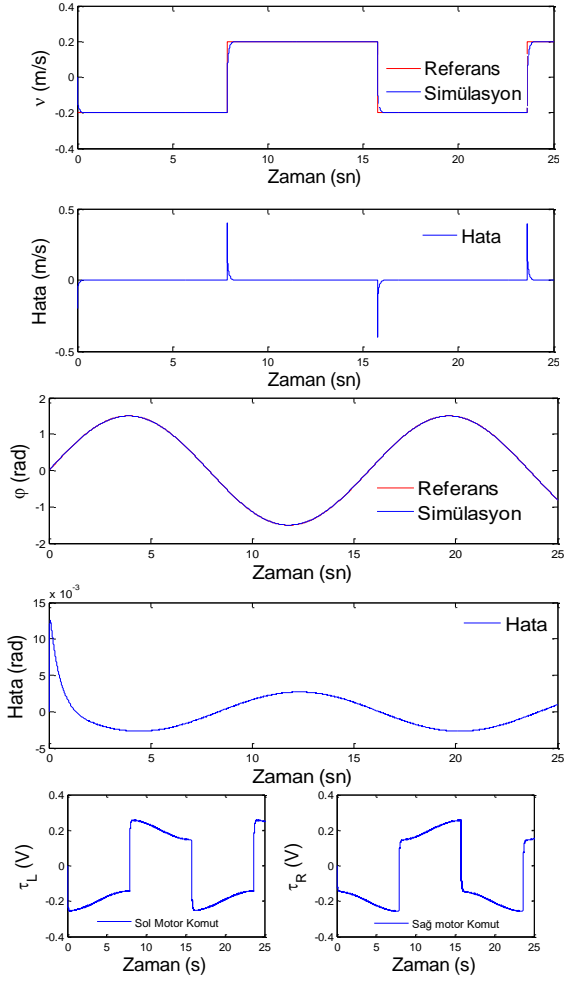
Bu bölümde KDKKK ve PI kontrolcünün performanslarının kıyaslandığı benzetim sonuçları verilmiştir.

4 TT KYMR'a aynı anda gövde hızı ve yönelme açısı referansı olarak önce hız olarak kare ve yönelme açısı olarak sinus referans işareti uygulanmıştır. Hız referansı olarak kare referans kontrolcülerin ani değişim anlarındaki performanslarını kıyaslamak açısından önemlidir. Şekil 4 ve Şekil 5'te sırasıyla KDKKK ve PI kontrolcü benzetim sonuçları görülmektedir. Yönelme açısı kontrolü açısından her iki kontrolcü benzer sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte Şekil 5'te PI kontrolcünün yönelme açısı hatasının KDKKK ye oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Hız referansını takip açısından PI kontrolcünün ani değişim anlarında gecikme olduğu ve referanstan ayrıldığı görülmektedir. Ek olarak her iki kontrolcü tarafından üretilen $u_v - u_\theta$ kontrol işaretleri kullanılarak elde edilen, sağ ve sol tekerlere gönderilen komut işaretleri τ_r ve τ_l de verilmiştir.

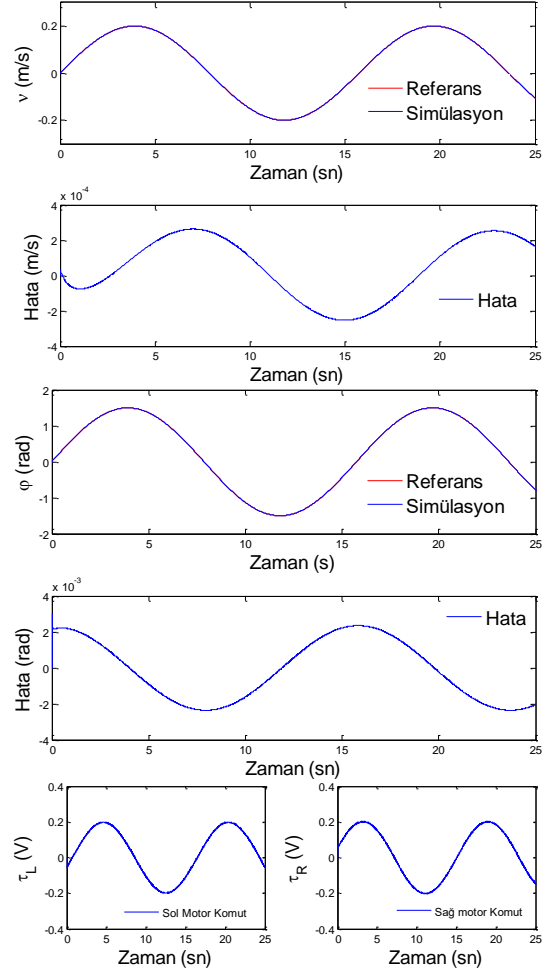
İkinci referans işareti olarak gövde hızı sinus ve yönelme açısı sinus işaret uygulanmıştır. Şekil 6 ve Şekil 7'de sırasıyla verilen KDKKK ve PI kontrolcü benzetim sonuçlarında; değişimin gövde hızı ve yönelme açısı olarak daha yumuşak olduğu bu referans işareti için her iki kontrolcü de takip açısından benzer performanslar sergilemiştir. Gövde hızı ve yönelme açısı hata miktarlarında KDKKK'nün PI kontrolcüye oranla daha az hata ile referans işaretleri takip ettiği görülmektedir. Ayrıca her iki kontrolcü tarafından üretilen $u_v - u_\theta$ kontrol işaretleri kullanılarak elde edilen, sağ ve sol tekerlere gönderilen komut işaretleri τ_r ve τ_l de verilmiştir.



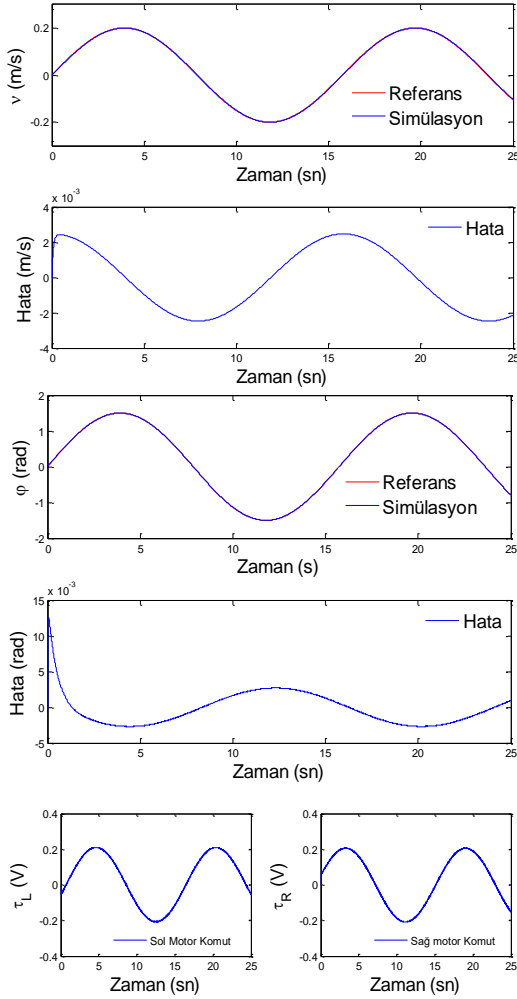
Şekil 4. Hız Kare/Yönelme Açısı Sinüs referans KDKKK benzetim sonuçları



Şekil 5. Hız Kare/Yönelme Açısı Sinüs referans PI kontrolcü benzetim sonuçları



Şekil 6. Hız Sinüs/Yönelme Açısı Sinüs referans KDKKK benzetim sonuçları



Şekil 7. Hız Sinüs/Yönelme Açısı Sinüs referans PI kontrolcü benzetim sonuçları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Dört Teker Tahrikli Mobil Robotun (4TT MR) benzetim ortamında gövde hızı ve yönelme açısının kontrolü için Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü (KDKKK) performansı test edilmiştir. Önerilen Kesir Dereceli Kayan Kipli Kontrolcü (KDKKK)'nün performansını kıyaslamak için parametreleri iyi ayarlanmış bir PI kontrolcüsü de ayrı referanslar kullanılarak test edilmiştir. Benzetim sonuçları KDKKK'nün PI kontrolcüye göre referanstaki ani değişimlere daha hızlı cevap verme, referanstan ayrılmama ve daha az hata miktarı açısından üstün olduğunu göstermektedir. İlerleyen çalışmalarda önerilen kontrolcünün deney düzeneği üzerinde gerçek zamanlı performansının test edilmesi planlanmaktadır.

Kaynaklar

- Carelli, R., Santos-Victor, J. Roberti, F. Tosetti, S., (2006). Direct visual tracking control of remote cellular robots, *Robotics and Autonomous Systems*, 54, 805–814.
- Das T., Kar, I.N., (2006). Design and implementation of an adaptive fuzzy logic based controller for wheeled mobile robots, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 14, 501–510.
- Das, S., (2008). *Functional Fractional Calculus for System Identification and Controls*, Springer, 1st Edition,
- Ertuğrul M, Sabanoviç A, Kaynak O., (1994). Various VSS Techniques on The Control of Automated Guided Vehicles and Autonomous Mobile Robots. PROJECT Report of CAD/CAM Robotics Dept. TUBITAK Marmara Research Center, Gebze-Kocaeli, Turkey
- Hang, P., Luo, F., Fang, S., Chen, X. (2017). Path tracking control of a four-wheel-independent-steering electric vehicle based on model predictive control. In *Control Conference (CCC), 2017 36th Chinese* (pp. 9360-9366). IEEE.
- Huang, J., Wen, C., Wang, W., Jiang, Z. P. (2014). Adaptive output feedback tracking control of a nonholonomic mobile robot. *Automatica*, 50(3), 821-831.
- Huichao, M., Shurong, L., Haiyang, C., (2012). “Robust backstepping tracking control for mobile robots”, *Control Conf. (CCC)*, Chinese, 4842–4846.
- Hwang, E.J., Kang, H.S., Hyun, C.H., Park, M., (2013). Robust backstepping control based on a lyapunov redesign for skidsteered wheeled mobile robots, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 10(26).
- Jezernik, K., Curk, B., Harnik, J., (1994). Observer based sliding mode control of robotic manipulator, *Robotica*, vol. 12, no. 5, pp. 443–448. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1017/S0263574700017999>
- Kayacan, E., Herman, R., Wouter. S., (2016). Robust trajectory tracking error model-based predictive control for unmanned

- ground vehicles. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* 21.2: 806-814.
- Lee, D., Jin Kim, H., Sastry. S. (2009). Feedback linearization vs. adaptive sliding mode control for a quadrotor helicopter. *International Journal of control, Automation and systems* 7.3: 419-428.
- Ma, M., Hong, C., Xiangjie, L., (2011). Tracking and stabilization control of WMR by dynamic feedback linearization”, *Control and Decision Conf. (CCDC)*, Chinese, 3430–3435.
- Normey-Rico, J. E., Alcalá, I., Gómez-Ortega, J., Camacho, E. F. (2001). Mobile robot path tracking using a robust PID controller. *Control Engineering Practice*, 9(11), 1209-1214.
- Oldham, K.B., Spanier, J., (1974). *The Fractional Calculus*, Academic Press,
- Podlubny, I., (1999a). *Fractional Differential Equations*, Academic Press, San Diego, California.
- Podlubny, I., (1999b). Fractional-order systems and PI λ D μ controllers”, *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 44(1), pp. 208–214.
- Sabanovic, A., Jezernik, K., Wada, K., (1996). Chattering-free sliding modes in robotic manipulators control, *Robotica*, vol. 14, no. 1, pp. 17–29,[Online].
- Sun, S., (2005). Designing approach on trajectory-tracking control of mobile robot, *Robotics Computer-Integrated Manufacturing*, 21, 81–85.
- Yue, M., Tang, F., Liu, B., Yao, B., (2012). Trajectory-tracking control of a nonholonomic mobile robot: Backstepping kinematics into dynamics with uncertain disturbances, *Applied Artificial Intelligence*, 26(10), 952–966.

Investigation of the Effect of Curing Applications Containing Different Nano Silica on the Strength of Cementitious Composites

A. Akın^{1*}, A. J. Zia²

Abstract: In this study, the difference between the increase rate of compressive strengths of cement-bonded composites at various ages cured in water and solutions containing different amount of nano-silica has been investigated. In the new generation curing solution developed, 0.5%, 1%, 2% and 3% of nano silica were used. A series of samples were cured in water only for control purposes. In the production of cement-bonded composites, fly ashes which are classified by ASTM standards as class F and C were used. In this way, the increase in strength of cementitious composites containing fly ash in different properties are cured in water and solution with different nano silica amount has been revealed. According to the results obtained from the experimental studies, the highest strength values were obtained from the samples cured in the solution with the 2% ratio of nano silica.

Keywords: Cementitious composite, nano silica, fly-ash, cure.

Farklı Oranda Nano Silika İçeren Kür Uygulamalarının Çimento Bağlayıcılı Kompozitlerin Dayanımına Etkisinin İncelenmesi

Özet: Bu çalışma ile farklı oranlarda nano silika içeren solüsyonlarda kür edilen çimento bağlayıcılı kompozitlerin farklı yaşlarda basınç dayanımına tabi tutulması sonucu su içerisinde kür edilen numunelere göre dayanım artışının ne oranda olduğu test edilmiştir. Geliştirilen yeni nesil kür solüsyonunda %0,5, %1, %2 ve %3 oranlarında nano silika kullanılmıştır. Üretilen bir seri numune kontrol amacıyla sadece su içerisinde kür edilmiştir. Çimento bağlayıcılı kompozitlerin üretiminde ASTM standartlarına göre F ve C sınıfı özellikler gösteren uçucu küller kullanılmıştır. Buna göre farklı özellikte uçucu kül içeren çimento bağlayıcılı kompozitlerin farklı oranlarda nano silika solüsyonu içerisinde kür edilmesi ve su içerisinde kür edilmesi sonucu gelişen dayanım artışları ortaya konmuştur. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre en yüksek dayanım değerleri %2' lik orana sahip solüsyon içerisinde kür edilen numunelerden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimento bağlayıcılı kompozitler, nano silika, uçucu kül, kür.

1. Giriş

Pek çok bilim ve mühendislik alanlarında olduğu gibi İnşaat Mühendisliği alanının da nano teknolojideki gelişmeler yakından takip edilmekte ve olası yeni uygulama alanları belirlenmeye çalışılmaktadır. Nano partiküllerin yapı malzemesi olarak kullanımı her geçen gün daha da ilgi

çekmektedir. Nano partiküllerin kullanımı ile malzemelerin mukavemet, durabilite, işlenebilirlik gibi özelliklerinin iyileştirilmesi mümkün olabilmektedir (Collepari vd., 2004; Gaitero vd., 2008; Kawashima vd., 2012) Beton üretiminde nano boyutta yapılan değişiklikler kapsamında çimento tanelerine, çimento fazlarına, agregalara veya katkılara molekül aşılması söz konusu

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya/Türkiye

²Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya/Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): arifearslan@selcuk.edu.tr

Citation (Atıf): Akın, A., Zia, A.J. (2017). Farklı Oranda Nano Silika İçeren Kür Uygulamalarının Çimento Bağlayıcılı Kompozitlerin Dayanımına Etkisinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 47-51.

olmaktadır. Çimento esaslı malzemeler için büyük önem teşkil eden, aynı zamanda kendisi de bir nano malzeme olarak nitelendirilebilecek C-S-H jelinin ve diğer hidratasyon ürünlerinin nano ve mikro ölçekteki fiziksel ve kimyasal özelliklerinin anlaşılmasıyla malzemelerin makro boyuttaki özellik ve performansları kontrol edilebilir hale gelmektedir.

Nano malzemelerin önemini ve betonun özelliklerine etkilerini anlamak için çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların bir kısmında çimento esaslı kompozitlerin tasarlanmasında nano boyutta modifiye edilmiş SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , CaCO_3 ve karbon nanotüp gibi malzemeler kullanılmıştır (Nazari vd., 2011; Jalal vd., 2013; Madandoust vd., 2015; Hou vd., 2015) Yapılan bu çalışmalarda genelde nano parçacıklar bağlayıcının belirli bir yüzdesi ile yer değiştirilerek kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar neticesinde çok küçük miktarlarda kullanılan nano malzemelerin bile betonun ya da özel bir beton çeşidi olan çimento bağlayıcı kompozitlerin basınç, eğilmede çekme, yarmada çekme gibi mekanik özelliklerinde ve su emme, su geçirimsizliği, donma-çözünme tekrarları gibi durabilite özelliklerinde belirgin iyileşmeler olduğu gözlenmiştir.

Çimento bağlayıcı kompozitler (ECC-Engineered Cementitious Composites), (Li, 2012) tarafından geliştirilen klasik betona ve liflerle güçlendirilmiş betonlara yakın bir kompozisyona sahip olmakla birlikte, süneklik özellikleri klasik betondan oldukça farklıdır. Geleneksel beton son derece gevrek bir malzemedir, çekmede birim şekil değiştirme kapasitesi %0.01 seviyelerindedir. Yalın beton ve lifli betonlarda ilk çatlak oluşumundan sonra yük artışı olmadan çatlak genişleyerek deformasyon yumuşaması olurken, çimento bağlayıcı kompozitler deformasyon sertleşmesi davranışını gösteren malzemelerdir (Keskinates vd., 2016). Deformasyon sertleşmesi davranışı, kompozitin çoklu çatlak davranışı gösterme potansiyelidir. Genellikle çatlak genişlikleri $100 \mu\text{m}$ 'nin altındadır. Dar çatlak genişliği aynı zamanda kompozitin kendiliğinden iyileşmesi için gerekli önemli parametrelerden biridir. Kendiliğinden iyileşme mekanizması, daha önce hidrate olmamış çimentonun hidrate olması, kalsit oluşumu, çatlak kenarlarındaki betonun genişlemesi, kristalleşme, çatlakların su içerisindeki katı maddeler tarafından tıkanması gibi sebeplerle mümkün olabilmektedir (Şahmaran vd., 2013).

Literatürden farklı olarak bu çalışmada nano parçacıklar, çimento bağlayıcı kompozitlerin tasarımında bir katkı olarak değil, kür suyu içerisine katılarak hazırlanan nano silika solüsyonunun, sadece su içerisinde bekletilen numunelere göre 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarında ne gibi değişiklikler oluşturduğu araştırılmıştır. Aynı zamanda nano silika solüsyonları %0.5, %1, %2, %3 gibi farklı oranlarda hazırlanarak dayanım açısından en iyi sonuçlar veren konsantrasyon değeri belirlenmiş ve optimum nano silika %' si olarak kabul edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Deneysel çalışmalarda üretilen kompozitlerin tasarımında çimento olarak CEM I 42.5 tipi çimento(PÇ), F ve C sınıfı olarak iki farklı özellikte uçucu kül (UK), tane büyüklüğü maksimum $400 \mu\text{m}$ olan kuvars kumu ve süper akışkanlaştırıcı(SA) katkı malzemesi kullanılmıştır. Çizelge 1' de bu malzemelerin karışımında hangi oranlarda kullanıldığı, Çizelge 2' de ise çimento ve uçucu küllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir. ASTM C 618 standardına göre F sınıfı uçucu kül $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ değerinin %70' in üzerinde ve CaO değerinin %10' un altında olması sebebiyle düşük kireçli, C sınıfı uçucu kül ise $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ değerinin %70' in altında olması ve CaO değerinin %10' un üzerinde olması sebebiyle yüksek kireçli kül olarak ayrılmaktadır. İki farklı özellikte uçucu kül ile hazırlanan karışımlarda bütün malzeme oranları sabit tutulmuş, sadece aynı işlenebilirliği sağlamak amacıyla akışkanlaştırıcı katkı miktarı değiştirilmiştir.

Karışımlar hazırlanırken iki farklı hız kademesine sahip 5 lt kapasiteli planet tipi mikser kullanılmıştır. Öncelikle toz malzemeler (Çimento, uçucu kül ve kum) 2 dk düşük devirde karıştırılmış, daha sonra suyun yaklaşık %70'i ilave edilerek 2 dk yüksek devirde karıştırılmış ve son olarak akışkanlaştırıcı ve suyun kalan kısmı birlikte karışıma dahil edilerek 3 dk yüksek devirde karıştırılmıştır. Çimento bağlayıcı kompozitlerin aksel basınç dayanımlarını test edebilmek amacıyla $50 \times 50 \text{ mm}$ boyutunda küp numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler ilk 24 saat kalıplarından çıkarılıncaya kadar 95 ± 5 nem, 23 ± 2 °C sıcaklık değerlerini sağlayacak plastik torbalarda muhafaza edilmiştir. 24 saat sonrasında kalıplarından çıkarılan

numuneler 4 farklı konsantrasyon değerine sahip solüsyon (%0.5, %1, %2, %3) ve kontrol amacıyla su içerisinde deney gününe kadar bekletilmek üzere konulmuştur. Bu çalışmada farklı oranlarda nano silika içeren solüsyonların hazırlanmasında ticari olarak satılan ve içerisinde %30 nano silika bulunan solüsyon kullanılmıştır. Bunun sebebi toz halindeki nano silikanın su içerisinde homojen olarak dağıtılması ve bu homojenliğini en son deney gününe kadar (28 gün) bozulmadan koruyabilmesini sağlamaktır. Solüsyonu temin ettiğimiz firmanın verdiği bilgilere göre solüsyon içerisinde herhangi bir çökme oluşmaması için pH değerinin 8-11 arasında olması yani alkali değerinin yüksek olması gerekiyordu. Bu sebeple su ile seyreltilen solüsyonlara sodyum hidroksit (NaOH) ilave edilerek pH değeri artırılmıştır.

Çizelge 1. Karışımlarda kullanılan malzeme oranları

Kod	Karışım oranları				
	PÇ	UK/ PÇ	Kum/ (UK/PÇ)	Su/ (UK/PÇ)	SA (kg/m ³)
F-UK	1	1.2	0.36	0.27	4.3
C-UK	1	1.2	0.36	0.27	5.2

Çizelge 2. Çimento ve karışımlarda kullanılan farklı uçucu küllerin kimyasal ve fiziksel özellikleri

Kimyasal Bileşimi(%)	PÇ	UK (F)	UK (C)
SiO ₂	20.8	58.75	34.29
Al ₂ O ₃	5.42	25.24	14.94
Fe ₂ O ₃	2.98	5.76	4.25
S+A+F	29.2	89.75	53.49
CaO	61.53	1.46	30.82
MgO	2.39	2.22	2.08
SO ₃	2.4	0.08	7.02
K ₂ O	0.75	4.05	0.97
Na ₂ O	0.21	0.60	0.61
Fiziksel Özellikleri			
Özgül ağırlık	3.06	2	2.47
İncelik (m ² /kg)	325	290	308

3. Bulgular

Eksenel basınç deneyleri 2200 N/sn yükleme hızı ile gerçekleştirilmiştir. 3, 7 ve 28 gün farklı nano silika konsantrasyonlarında ve su içerisinde bekletilen numunelerin basınç değerleri için en az

üç numune test edilmiş ve ortalamaları alınmıştır. Çizelge 3 ve 4' te sırasıyla F ve C sınıfı uçucu kül numunelerine ait basınç dayanım değerleri verilmiştir.

Çizelge 3' den 28 günlük ortalama basınç dayanım değerlerine bakıldığında F sınıfı uçucu kül ile hazırlanan farklı nano silika solüsyonu içerisinde kür edilen numunelerin, sadece su içerisinde kür edilen numunelere göre dayanımlarında bir artış olduğu, bununla birlikte %2 oranında nano silika içeren solüsyonda kür edilen numunelerin basınç dayanımlarının, diğer konsantrasyon değerlerine sahip solüsyonlarda ve yalnız suda kür edilen numunelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. %2 solüsyonda kür edilen numunelerin basınç dayanımları, sadece su içerisinde kür edilen numunelerin basınç dayanım değerlerinden yaklaşık %7 daha fazla çıkmıştır.

C sınıfı için yapılan deney sonuçlarına bakıldığında ise, farklı oranlarda nano silika içeren solüsyonlarda kür edilen numunelerin basınç dayanımları arasında en yüksek değerlerin %2 solüsyon oranında kür edilen numunelerden elde edildiği görülmektedir. Fakat bu artış çok kayda değer bir artış değildir. Aynı zamanda su içerisinde kür edilen numunelerin basınç dayanımları daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeninin başlangıçta nano silika ihtiva eden kür solüsyonlarının hazırlanmasında NaOH ilavesinin yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deneysel çalışmalarda ilk olarak C sınıfı uçucu kül karışımları hazırlanmış ve kür edilmiştir. İlk başlarda, seyreltilen solüsyonun pH değerinin bozulmaması gerektiği bilinmediğinden solüsyon içerisinde kür edilen numunelerin yüzeyinde bir jel tabakası oluşmuştur. Muhtemelen bu jel tabakasının, nano parçacıkların kompozitin hidratasyon olayına katılmasını engellediği düşünülmektedir. İkinci aşamada F sınıfı uçucu kül ile hazırlanan numunelerin kür edileceği solüsyonlar içerisinde bir miktar NaOH ilave edilerek çözeltinin alkali değeri yükseltilmiş ve böylece numune yüzeyinde jel tabakası oluşmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. F sınıfı uçucu kül ile hazırlanan numunelerin 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanım değerleri

NO	KÜR ŞARTI	3 Günlük (MPa)	ORT (MPa)	7 Günlük (MPa)	ORT (MPa)	28 Günlük (MPa)	ORT (MPa)
1	F-UK-0.5	35.3	37.19	37.99	38.20	62.41	62.85
2		36.98		37.6		64.69	
3		39.29		39		61.46	
1	F-UK-1	33.78	35.61	37.16	36.33	67.69	63.93
2		37.49		37.12		59.74	
3		35.57		34.72		64.36	
1	F-UK-2	41.81	38.42	46.07	42.07	56.08	64.52
2		34.25		39.61		71.42	
3		39.19		40.52		66.05	
1	F-UK-3	32.58	37.09	37.73	38.48	62.12	62.32
2		35.63		40.98		60.67	
3		43.05		36.74		64.17	
1	F-UK-Su	38.93	36.29	39.19	36.23	57.66	59.95
2		34.53		29.44		62,12	
3		35.42		40.07		60,07	

Çizelge 4. C sınıfı uçucu kül ile hazırlanan numunelerin 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanım değerleri

NO	KÜR ŞARTI	3 Günlük (MPa)	ORT (MPa)	7 Günlük (MPa)	ORT (MPa)	28 Günlük (MPa)	ORT (MPa)
1	C-UK-0.5	21,61	18,68	20,39	17,29	22,57	26,88
2		18,53		15,89		31,16	
3		15,89		15,6		26,9	
1	C-UK-1	19,43	21,26	23,31	21,91	28,97	26,18
2		22,81		19,69		24,84	
3		21,53		22,74		24,74	
1	C-UK-2	24,56	23,11	21,89	22,37	29,74	31,84
2		21,56		22,55		33,58	
3		23,21		22,68		32,21	
1	C-UK-3	24,69	21,69	23,93	19,08	25,25	25,16
2		20,62		17,03		27,09	
3		19,77		16,29		23,15	
1	C-UK-Su	25,32	24,29	24,12	23,28	33,48	31,43
2		23,27		22,43		34,27	
3		24,29		23,3		26,53	

4. Tartışma ve Sonuçlar

Literatürden farklı olarak nano parçacıkların betona benzer özellik gösteren çimento bağlayıcı kompozitlerde bir katkı malzemesi olarak değil, kür aşamasındaki etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu deneysel çalışmalar neticesinde elde

edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde vurgulanmıştır.

- Yüksek miktarda mineral katkı malzemesi içeren çimento bağlayıcı kompozitlerde kullanılan mineral katkı çeşidinin kompozitin mekanik özellikleri üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüştür. F ve C

sınıfı uçucu kül kullanılarak hazırlanan numuneler üzerinde yapılan basınç deneyleri, F sınıfı külün kompozitle daha uyumlu olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

- Dört farklı oranda nano silika içeren solüsyonlarda kür edilen numunelerin basınç dayanım değerleri kıyaslandığında, en yüksek dayanım değerlerini veren konsantrasyon değerinin her iki karışımda da (F ve C sınıfı uçucu kül ile hazırlanan) %2' lik orana sahip solüsyonda kür edilen numunelerden elde edildiği görülmüştür. Böylece optimum nano silika konsantrasyonunun %2 olması gerektiği anlaşılmıştır.
- Nano parçacıkların katkı malzemesi olarak değilde, kür aşamasında betona ne oranda katkı sağlayacağını anlaşıması ile, betonun kürü sırasında oluşabilecek kılcal çatlakların ve dayanım düşüşünün bir miktar azalacağı ve hatta dayanımda artış olabileceği düşünülmektedir. Bu şekilde betonda kendiliğinden iyileşme mekanizması üzerinde nano boyutta modifiye edilmiş nano parçacıklar ile hazırlanan kürün etkili olabileceği sonucunu düşündürmüştür.

Teşekkür

Bu çalışmaların gerçekleştirilmesinde MAG-116M003 nolu proje numarası ile finansal destek sağlayan TÜBİTAK' a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Colleparidi, M., Colleparidi, S., Skarp, U., Troli, R. (2004). Optimization of silica fume, fly ash and amorphous nano-silica in superplasticized high-performance concrete. *ACI Spec. Publ.*, vol. 221, pp. 495–505.
- Gaitero, J. J., Campillo, I., Guerrero, A. (2008). Reduction of the calcium leaching rate of cement paste by addition of silica nanoparticles. *Cem. Concr. Res.*, vol. 38, no. 8–9, pp. 1112–1118.
- Hou, P., Qian, J., Cheng, X., Shah, S. P. (2015). Effects of the pozzolanic reactivity of nanoSiO₂ on cement-based materials. *Cem. Concr. Compos.*, vol. 55.

Jalal, M., Fathi, M., Farzad, M. (2013). Effects of fly ash and TiO₂ nanoparticles on rheological, mechanical, microstructural and thermal properties of high strength self compacting concrete. *Mech. Mater.*, vol. 61, pp. 11–27.

Kawashima, S., Kim, J. H., Corr, D. J., Shah, S. P. (2012). Study of the mechanisms underlying the fresh-state response of cementitious materials modified with nanoclays. *Constr. Build. Mater.*, vol. 36, pp. 749–757.

Keskinateş, M., Felekoğlu, K. T., Felekoğlu, B., Gödek, E. (2016). Çimento Esaslı Lifli Kompozitlerde Su/Çimento Oranı ve Mineral Katkı Türünün Çoklu Çatlak Davranışına Etkisi. *Deu Muhendis. Fak. Fen ve Muhendis.*, vol. 18, no. 54, pp. 440–440, Jan.

Li, V. C. (2002). Reflections on the Research and Development of Engineered Cementitious Composites (ECC). *Proceedings of the JCI International Workshop on Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites (DFRCC)- Application and Evaluation-October.*

Madandoust, R., Mohseni, E., Mousavi, S. Y., Namnevis, M. (2015). An experimental investigation on the durability of self-compacting mortar containing nano-SiO₂, nano-Fe₂O₃ and nano-CuO. *Constr. Build. Mater.*, vol. 86, pp. 44–50.

Nazari, A., Riahi, S. (2011). The effects of SiO₂ nanoparticles on physical and mechanical properties of high strength compacting concrete. *Compos. Part B Eng.*, vol. 42, no. 3, pp. 570–578.

Sahmaran, M., Yildirim, G., Erdem, T. K. (2013). Self-healing capability of cementitious composites incorporating different supplementary cementitious materials. *Cem. Concr. Compos.*, vol. 35, no. 1, pp. 89–101.

PID Controller Design Based on Reference Model in Fractional Order Control Systems

T. Doğruer^{1*}, A. Yüce², N. Tan²

Abstract: In the modeling of physical systems, fractional order systems are known to perform a more successful modelling than integer order systems. In this paper, PID controller design was performed according to a reference model for a fractional order system. The main purpose of the study is to obtain PID controller parameters according to a desired time response in the output signal. It is aimed to obtain the optimum PID parameters by minimizing the error between the reference model and controlled system. Integral performance criteria were used to minimize the error. The reference model is a transfer function of a second order system. This transfer function has two parameters that need to be set. These parameters are natural frequency (ω_n) and damping ratio (ζ). By setting these two parameters, desired unit step response curve can be obtained. PID controller parameters were obtained by optimization method. Optimization describes problem-solving processes in a systematic way by minimizing or maximizing a real function and placing values in the function. PID controller parameters are obtained by optimizing according to model transfer functions. By applying the calculated PID controller parameters to the fractional order control system, the unit step responses are obtained. The success of the optimization method can be seen from the graphs obtained and from the given tables.

Keywords: PID Controller, Optimization, Fractional order systems

Kesir Dereceli Kontrol Sistemlerinde Referans Modele Dayalı PID Kontrolör Tasarımı

Özet: Fiziksel sistemlerin modellenmesinde, kesir dereceli sistemler tamsayı dereceli sistemlere göre daha başarılı bir modelleme gerçekleştirebilmektedir. Çalışmada, kesir dereceli bir sistem için referans bir modele göre PID kontrolör tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, çıkış sinyalinde istenen bir zaman cevabına göre PID kontrolör parametrelerini elde etmektir. Referans model ile denetlenen sistem arasındaki hata minimize edilerek optimum PID parametrelerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Hatayı minimize etmek için sıklıkla integral performans kriterleri kullanılır. Referans olarak alınan sistem ikinci mertebeden bir sistemin transfer fonksiyonudur. Bu transfer fonksiyonu ayarlanması gereken iki parametreye sahiptir. Bu parametreler doğal frekans (ω_n) ve sönüm oranıdır (ζ). Bu iki parametre ayarlanarak istenilen birim basamak cevap eğrisi elde edilebilir. PID kontrolör parametrelerinin elde edilmesi optimizasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon bir gerçek fonksiyonu minimize ya da maksimize etmek amacı ile fonksiyona değerler yerleştirilerek sistematik bir şekilde problem çözüm işlemlerini tanımlar. Bu model transfer fonksiyonlarına göre optimizasyon işlemi gerçekleştirilerek, PID kontrolör parametreleri elde edilebilir. Bulunan PID kontrolör parametrelerinin kesir dereceli kontrol sistemine uygulanmasıyla, denetlenen sistem çıkışında birim basamak cevapları elde edilir. Optimizasyon yönteminin başarısı elde edilen grafiklerden ve oluşturulan tablolardan görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: PID Kontrolör, Optimizasyon, Kesir dereceli sistemler

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye

²İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 44280, Malatya, Türkiye

* Corresponding author (İletişim yazarı): *tufan.dogruer@gop.edu.tr

Citation (Atıf): Doğruer, T., Yüce, A., Tan, N. (2017). Kesir Dereceli Kontrol Sistemlerinde Referans Modele Dayalı PID Kontrolör Tasarımı. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 52-58.

1. Giriş

Kontrol sistemlerinin tasarım aşamasında iki temel bileşenden biri kontrol edilen sistem, diğeri ise kontrol eden sistemdir. Kontrol sistemlerinin tasarımındaki temel amaç, kontrol sisteminden beklenenleri karşılayacak şekilde kontrolör yapısının seçimi ve kontrolör parametrelerinin tespit edilmesidir. Bu çalışmada, kesir dereceli bir sistem için PID kontrolör tasarımı gerçekleştirmek amacıyla bir yöntem sunulmuştur.

Fiziksel sistemlerin modellenmesinde, kesir dereceli sistemler tamsayı dereceli sistemleri modellerken daha başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. İlk olarak 1695 yılında adından bahsedilen kesir dereceli hesaplamalar, günümüzde giderek artan bir kullanım alanına sahip olmuştur. Günümüz dünyasında, kontrol ve birçok alanda kesir dereceli sistemler ile ilgili birçok çalışma görmek mümkündür (Battula ve Reddy, 2008; Bohannan, 2008; Cervera ve Baños, 2006; Lokenath, 2003; Panda ve Dash, 2006; Pu vd., 2006).

Kontrol sistemlerinde kullanılan farklı kontrolör yapıları mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılanlar PID, PI, PD, faz İlerlemeli ya da faz gerilemeli kontrolör şeklindedir. Çalışmada tercih edilen PID kontrolör birçok avantajından dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptir. Hesaplanması gereken parametre sayısı az, yapısı basit, dayanıklı ve güvenilir olması bu kontrolörleri ön plana çıkarmaktadır. PID kontrolörler oransal-integral-türev bileşenlerinin üstün yanlarını tek bir yapı altında toplayan kontrolörlerdir. İntegral bileşeni sistemde kalıcı hal hatasını sıfıra yaklaştırırken, türev etki sistemin cevap hızını artırmaktadır. PID kontrolörlerin parametrelerinin ayarlanmasında literatürde kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Bunlardan en çok bilinenleri Ziegler-Nichols, Aström-Hägglund şeklindedir (Åström ve Högglund, 2001; Ziegler ve Nichols, 1942). Klasik tasarım yöntemlerinin yanında optimizasyon yöntemleri de mevcuttur. Gelişmiş bilgisayar yazılımları kullanılarak ve model oluşturularak PID kontrolör parametrelerini hesaplamak mümkündür.

Referans model olarak kullanılacak olan ikinci mertebeden transfer fonksiyonunda doğal frekans (ω_n) ve sönüm oranı (ζ) değerlerinin ayarlanmasıyla istenilen çıkış cevabı elde edilebilir. PID kontrolör parametrelerinin elde edilmesi işleminde integral performans

kriterlerinden yararlanılır. En küçük hata değerini veren PID kontrolör parametreleri belirlenir.

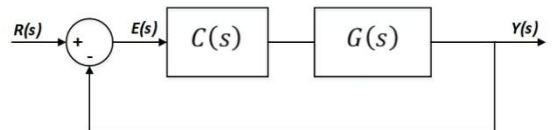
Sunulan bu çalışma beş bölümden oluşmuştur. Giriş bölümünden sonra, ikinci bölümde kesir dereceli sistemlerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölüm, çalışmada referans model olarak alınan ikinci mertebeden kontrol sistemleri ile ilgilidir. Dördüncü bölümde PID kontrolörlerin yapısı, optimizasyon yöntemi ve yöntemin uygulamasına yer verilmiştir. Son bölüm, sonuç bölümüdür.

2. Kesir Dereceli Sistemler

Türev dereceleri tamsayı olmayan (reel sayı) değerler alabilen, diferansiyel denklemlerle ifade edilen kesir dereceli sistemler olarak adlandırılır. Kesir dereceli hesaplamaların tarihi 17.yüzyıla dayanmaktadır. İlk kullanım L'Hospital ve Leibniz arasındaki mektuplaşma ile 1695 yılında başlamıştır (Xue vd., 2006). 1823 yılında ilk uygulama Abel tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda Riemann, Liouville ve Holmgren ilk sistematik çalışmaları 19.yüzyılda yapmışlardır (Monje vd., 2010). İlk zamanlarda kısıtlı hesaplama gücünden dolayı sınırlı sayıda çalışma gerçekleştirilirken, son yıllarda bilgisayar bilimindeki hızlı gelişmeye paralel olarak bu alanda yapılan çalışmalar artmıştır.

Kesir dereceli hesaplama matematiğin bir kolu olarak ifade ediliyor olsa da, farklı bilim alanlarında uygulamalarını görmek mümkündür. Bu alanlardan birisi de kontrol mühendisliği alanıdır. Kesirli hesaplamaların kontrol alanında yapılan ilk uygulaması 1958 yılında Tustin tarafından gerçekleştirilmiştir (Tustin, 1958). Daha sonra Manabe yapmış olduğu çalışmalarla bu alana katkı sağlamıştır (Manabe, 1961; Manabe, 1963). Son yıllarda konu ile ilgili çok sayıda çalışma literatürde yerini almıştır.

Kesir dereceli türev ve integraller için yaygın olarak kullanılan üç tanım vardır. Bunlar Grünwald-Letnikov, Riemann-Liouville ve Caputo tanımlarıdır. Bu tanımlarla ilgili daha detaylı bilgi için (Gutiérrez vd., 2010) incelenebilir.



Şekil 1. Birim geri beslemeli kontrol sistemi

Şekil 1’de birim geri beslemeli bir kontrol sisteminin blok diyagramı gösterilmiştir. Burada $C(s)$ kontrolörü, $G(s)$ kontrol edilecek sistemi gösterir. Şekilde gösterilen $G(s)$ kesir dereceli bir sistem olduğunda transfer fonksiyonu Denklem 1 ile ifade edilir (Chen vd., 2009; Xue vd., 2006). Burada α_i ($i=0,1,2\dots n$) ve β_i ($i=0,1,2\dots m$) reel sayıları, a_i ($i=0,1,2\dots n$) ve b_i ($i=0,1,2\dots m$) sabit terimleri gösterir.

$$G(s) = \frac{b_m s^{\beta_m} + b_{m-1} s^{\beta_{m-1}} + \dots + b_0 s^{\beta_0}}{a_n s^{\alpha_n} + a_{n-1} s^{\alpha_{n-1}} + \dots + a_0 s^{\alpha_0}} \quad (1)$$

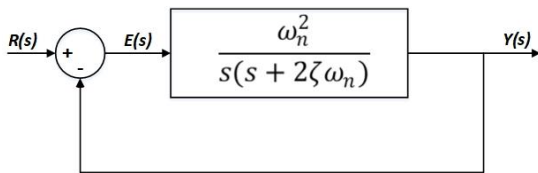
Kesir dereceli sistemlerin tamsayı yaklaşımlarının elde edilmesinde kullanılan birçok yaklaşım vardır. Bunlardan en çok bilinenleri Matsuda, Oustaloup, Carlson gibi yaklaşıklık yöntemleridir (Carlson ve Halijak, 1964; Matsuda ve Fujii, 1993; Oustaloup vd., 2000). Çalışmada Matsuda’nın 4. dereceden yaklaşıklık metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde irrasyonel bir fonksiyonun geçtiği frekans aralıkları belirlenir. Logaritmik aralıklı olan bu frekans noktaları kullanılarak irrasyonel fonksiyona sürekli kesir açılımı yöntemi uygulanır. Eğer bu frekans noktaları s_k , $k=0,1,2\dots$ olarak seçilirse, yaklaşım Denklem 2 ile ifade edilir (Matsuda ve Fujii, 1993).

$$H(s) = a_0 + \frac{s-s_0}{a_1} + \frac{s-s_1}{a_2} + \frac{s-s_2}{a_3} + \dots$$

$$a_i = v_i(s_i), \quad v_0(s) = H(s), \quad v_{i+1}(s) = \frac{s-s_i}{v_i(s)-a_i} \quad (2)$$

3. İkinci Dereceden Kontrol Sistemleri

İkinci mertebeden bir kontrol sistemine ait blok diyagram Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. İkinci mertebeden örnek bir kontrol sistemi

Sistemin açık çevrim transfer fonksiyonu Denklem 3’teki gibidir.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{E(s)} = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\zeta\omega_n)} \quad (3)$$

Kapalı çevrim sistemin transfer fonksiyonu Denklem 4’te verildiği gibidir (Katsuhiko, 2010).

$$G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (4)$$

Burada, ω_n doğal frekansı, ζ sönüm oranını ifade eder. Kontrol sistemlerinde çıkış büyüklüklerinin zamana göre değişimi büyük önem ifade eder. Bir kontrol sisteminin zaman cevabı geçici hal yanıtı ve sürekli hal yanıtı olarak iki kısma ayrılır. Geçici hal yanıtında, kontrol sisteminin en kısa sürede kararlı hale ulaşması ve düşük bir aşma yapması beklenir.

İkinci mertebeden sistemin karakteristik denklemi, kapalı çevrim transfer fonksiyonunun paydası sifira eşitlenerek bulunur ve Denklem 5 ile ifade edilir.

$$\Delta(s) = s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2 = 0 \quad (5)$$

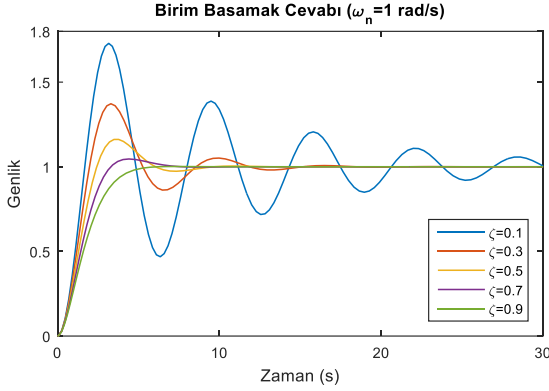
$R(s) = 1/s$ birim basamak giriş fonksiyonu için sistem çıkışı Denklem 6 ile ifade edilir.

$$Y(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)} \quad (6)$$

Denklem 6 ile ifade edilen eşitliğe ters dönüşüm uygulanarak Denklem 7 elde edilir (Katsuhiko, 2010; Kuo, 1987).

$$y(t) = 1 - \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1-\zeta^2}} \sin(\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t + \cos^{-1} \zeta) \quad (7)$$

Denklem 7’den görüldüğü üzere, çıkış cevabını etkileyen iki parametre doğal frekans (ω_n) ve sönüm oranıdır (ζ). Bu iki parametrenin değişimi yüzde aşma değeri, yükselme, yerleşme ve tepe zamanı gibi geçici hal yanıtı parametrelerini etkilemektedir. Doğal frekans sabit bir değer alındığında sönüm oranına göre birim basamak cevapları Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. İkinci mertebeden örnek sistemde çeşitli sönüm oranları için birim basamak cevapları

4. PID Kontrolör Tasarımı

Bu bölümde, PID kontrolörün yapısından bahsedilerek, çalışmada oluşturulan optimizasyon yöntemi anlatılmıştır. Ayrıca simülasyonu gerçekleştirilen bir kesir dereceli sistem örnek olarak sunulmuştur.

4.1. PID kontrolörün yapısı

Kontrol sistemlerinin vazgeçilmez öğelerinden birisi olan PID kontrolörler çeşitli nedenlerden dolayı kullanıcılar tarafından tercih edilmektedir. Ayarlanabilir parametre sayısının az olması, yapısının basit olması tercih edilme sebeplerinin başında gelmektedir. Ayrıca güvenilirliği ve dayanıklılığı diğer tercih sebepleridir.

PID kontrolör içeren birim geri beslemeli bir kontrol sisteminin blok diyagramı Şekil 1’de gösterilmiştir. Kontrolör yapısı $C(s)$ ile gösterilmiştir. PID kontrolörler üç temel kontrolörün (oransal-integral-türev) birleşmesinden meydana gelir ve kontrol sinyali $u(t)$, Denklem 8 ile gösterilir (Katsuhiko, 2010).

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt + k_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (8)$$

PID kontrolörün transfer fonksiyonu Denklem 9 ile gösterilir (Katsuhiko, 2010).

$$C(s) = k_p + \frac{k_i}{s} + k_d s \quad (9)$$

PID kontrolörün transfer fonksiyonu zaman sabitleri cinsinden Denklem 10 ile ifade edilir.

$$C(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \quad (10)$$

Burada, zaman sabitleri $T_i = k_p/k_i$ ve $T_d = k_d/k_p$ şeklindedir.

PID kontrolörler ihtiyaç durumunda $k_d=0$ yapılarak PI kontrolör ya da $k_i=0$ yapılarak PD kontrolör olarak kullanılabilirler. PID kontrolörler genel anlamda sistemin hem geçici hem de kalıcı hal durumunda etkilidirler.

4.2. Optimizasyon yöntemi

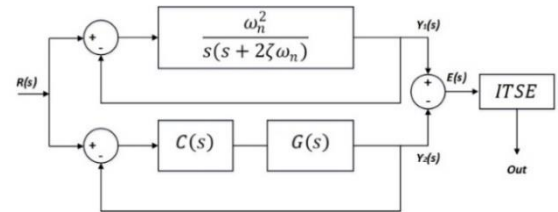
PID kontrolör parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan modelin blok diyagramı Şekil 4’te verilmiştir. Şekilde referans model ve denetlenen sistemin arasındaki fark hata olarak tanımlanır. Hatayı minimize etmek için integral performans kriterlerinden yararlanılır. Burada tercih edilen integral performans kriteri ITSE (integral of time-weighted squared error) kriteridir. ITSE kriteri Denklem 11 ile ifade edilir (Atherton, 2009).

$$J = \int_0^{\infty} t \cdot e^2(t) dt \quad (11)$$

Burada t zamanı, $e(t)$ hatayı ifade etmektedir. Şekil 4’te oluşturulan modelde hata Denklem 12’deki gibi yazılabilir.

$$E(s) = Y_1(s) - Y_2(s) \quad (12)$$

PID kontrolörün K_p , K_i ve K_d parametrelerine başlangıç değerlerinin girilmesiyle optimizasyon algoritması başlatılır. Şekil 4’te yer alan referans modelde doğal frekans ve sönüm oranı değerlerinin girilmesiyle, en uygun PID kontrolör parametreleri elde edilir.



Şekil 4. Oluşturulan modelin blok diyagramı

4.3. Simülasyon sonuçları

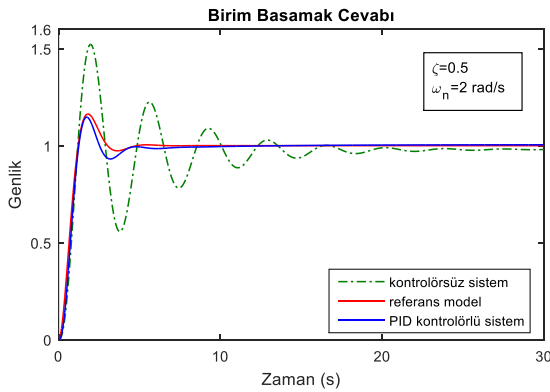
Şekil 1’de verilen kontrol sisteminde kesir dereceli transfer fonksiyonunu aşağıdaki gibi düşünelim.

$$G(s) = \frac{5}{s^{0.5}(s^2 + 2s + 1)} \quad (13)$$

Referans modelin iki parametresine göre (ω_n ve ζ) elde edilen kontrolör parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bu uygulama için referans modelde 9 farklı transfer fonksiyonuna göre kontrolör parametreleri hesaplanmıştır. PID kontrolör parametrelerinin Denklem 13’teki transfer fonksiyonuna uygulanmasıyla elde edilen birim basamak cevapları şekillerde sunulmuştur.

Çizelge 1. PID kontrolör parametreleri

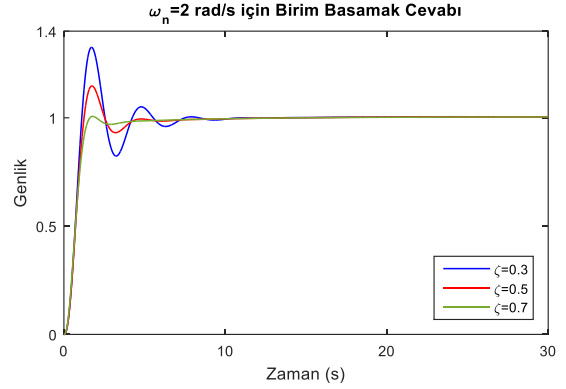
ζ	K_p	K_i	K_d
$\omega_n=2 \text{ rad/s}$			
0.3	1,401	0,048	0,306
0.5	1,443	0,037	0,543
0.7	1,700	0,032	0,919
$\omega_n=3 \text{ rad/s}$			
0.3	3,302	0,068	0,757
0.5	3,302	0,054	1,091
0.7	3,551	0,046	1,516
$\omega_n=4 \text{ rad/s}$			
0.3	6,045	0,087	1,291
0.5	6,014	0,070	1,724
0.7	6,378	0,060	2,258



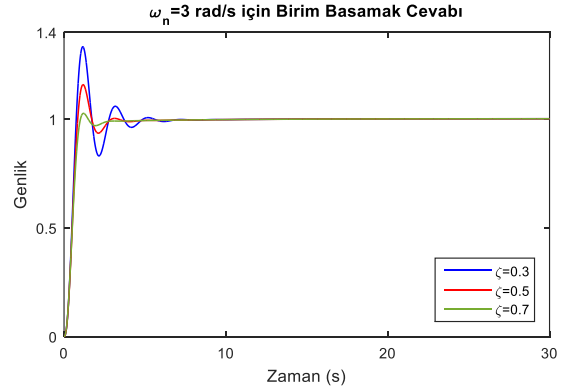
Şekil 5. Kontrolörlü ve kontrolörsüz sistemlerin kapalı çevrim birim basamak cevapları

Şekil 5, kontrolörsüz sistem, referans model ve PID kontrolörlü sistemin kapalı çevrim birim basamak eğrilerini göstermektedir. PID kontrolörlü

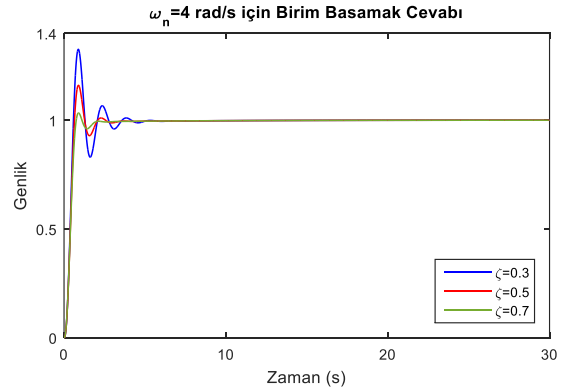
sistemin referans modelle çok yakın bir cevap sağladığı şekilden açıkça görülmektedir.



Şekil 6. PID kontrolörlü sistemlerin birim basamak cevapları ($\omega_n=2 \text{ rad/s}$)

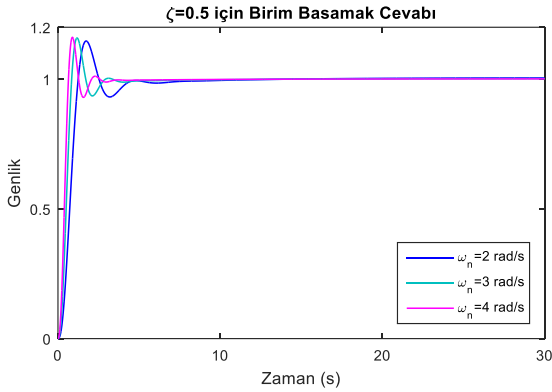


Şekil 7. PID kontrolörlü sistemlerin birim basamak cevapları ($\omega_n=3 \text{ rad/s}$)



Şekil 8. PID kontrolörlü sistemlerin birim basamak cevapları ($\omega_n=4 \text{ rad/s}$)

Şekil 6, 7 ve 8 sırasıyla $\omega_n=2$ rad/s, $\omega_n=3$ rad/s, $\omega_n=4$ rad/s doğal frekanslarına göre tasarımı yapılmış, PID kontrolörlü sistemlerin kapalı çevrim birim basamak cevap eğrilerini göstermektedir. PID kontrolörler üç farklı sönüm oranı göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Şekil 6 incelendiğinde, sönüm oranı $\zeta=0.3$ değerinde iken yüzde aşma değerinin yaklaşık %32 civarında olduğu görülüyor. $\zeta=0.5$ olduğunda yüzde aşma değerinin %14'lerde olduğu şekilden ve Çizelge 2'den görülmektedir. $\zeta=0.7$ değeri için ise yüzde aşmanın neredeyse hiç olmadığı açıktır. Şekil 7 ve Şekil 8'de de benzer durum söz konusudur. Doğal frekans değişmediği sürece, sönüm oranının yüzde aşma değerini doğrudan etkilediği açıktır.



Şekil 9. PID kontrolörlü sistemlerin birim basamak cevapları ($\zeta=0.5$)

Şekil 9, farklı doğal frekans değerlerine göre tasarımı yapılmış, PID kontrolörlü sistemin kapalı çevrim birim basamak cevap eğrisini göstermektedir. Sönüm oranı ($\zeta=0.5$) sabit kalırken ve doğal frekanslar değişirken yüzde aşma değerlerinde çok fazla değişme olmadığı, bunun yanında zaman parametrelerinin değiştiği şekilden görülmektedir.

Çizelge 2, örnek olarak incelenen sistemin PID kontrolörlü kapalı çevrim çıkışındaki birim basamak cevaplarına ait zaman parametrelerini ve yüzde aşma değerlerini gösterir.

Çizelge 2. Zaman parametreleri ve yüzde aşma değerleri

	$\zeta=0.3$	$\zeta=0.5$	$\zeta=0.7$
$\omega_n=2$ rad/s			
Yükselme zamanı	0,70	0,79	0,92
Yerleşme zamanı	7,07	4,25	4,25
Tepe zamanı	1,71	1,74	1,78
Yüzde aşma (%)	31,92	14,18	0,25
$\omega_n=3$ rad/s			
Yükselme zamanı	0,47	0,53	0,61
Yerleşme zamanı	4,59	2,66	2,38
Tepe zamanı	1,16	1,18	1,20
Yüzde aşma (%)	33,05	15,64	2,48
$\omega_n=4$ rad/s			
Yükselme zamanı	0,36	0,40	0,46
Yerleşme zamanı	3,39	1,94	1,73
Tepe zamanı	0,88	0,89	0,90
Yüzde aşma (%)	32,56	16,00	3,30

5. Sonuçlar

Çalışmada, kesir dereceli bir sistem için ideal bir zaman cevabına göre PID kontrolör tasarımı gerçekleştirilmiştir. Farklı doğal frekans (ω_n) ve sönüm oranı (ζ) değerleri için referans modeller oluşturulmuştur. Referans model transfer fonksiyonlarına göre optimizasyon işlemi gerçekleştirilerek, PID kontrolör parametreleri elde edilmiştir. Bulunan PID kontrolör parametrelerinin kesir dereceli kontrol sistemine uygulanmasıyla, birim basamak cevapları elde edilmiştir. Yüzde aşma değeri ve zaman parametrelerinin referans model ve denetlenen sistem çıkışlarında hemen hemen aynı değerler olduğu görülmüştür. Yöntemin başarısı elde edilen grafiklerden ve oluşturulan tablolardan görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 1001 programı çerçevesinde 115E388 no'lu proje olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Åström, K., Hägglund, T. (2001). The future of PID control. Control engineering practice, 9(11), 1163-1175.
- Atherton, D. (2009). Control engineering: Bookboon.
- Battula, K., Reddy, K. (2008). Active And Passive Realization Of Fractance Device Of Order 1/2 , pp.1-6.

- Bohannon, G.W. (2008). Analog Fractional Order Controller in Temperature and Motor Control Applications. *Journal of Vibration and Control*, 14(9-10),1487-1498.
- Carlson, G., Halijak, C. (1964). Approximation of fractional capacitors $(1/s)^{(1/n)}$ by a regular Newton process. *IEEE Transactions on Circuit Theory*, 11(2), 210-213.
- Cervera, J., Baños, A. (2006). Automatic loop shaping in qft by using crone structures. *IFAC Proceedings Volumes*, 39(11), 207-212.
- Chen, Y., Petras, I., Xue, D. (2009). Fractional order control-A tutorial. Paper presented at the American Control Conference, ACC'09, pp.1397-1411.
- Gutiérrez, R.E., Rosário, J. M., Tenreiro Machado, J. (2010). Fractional order calculus: basic concepts and engineering applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 2010.
- Katsuhiko, O. (2010). *Modern control engineering*.
- Kuo, B.C. (1987). *Automatic control systems: Prentice Hall PTR*.
- Lokenath, D. (2003). *Recent applications of fractional calculus to science and engineering (Vol. 2003)*.
- Manabe, S. (1961). The noninteger integral and its application to control systems. *English Translation Journal Japan*, 6, 83-87.
- Manabe, S. (1963). The system design by the use of a model consisting of a saturation and noninteger integral. *English Translation Journal Japan*, 47-150.
- Matsuda, K., Fujii, H. (1993). $H(\infty)$ optimized wave-absorbing control - Analytical and experimental results. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 16(6), 1146-1153.
- Monje, C.A., Chen, Y., Vinagre, B.M., Xue, D., Feliu-Batlle, V. (2010). *Fractional-order systems and controls: fundamentals and applications: Springer Science & Business Media*.
- Oustaloup, A., Levron, F., Mathieu, B., Nanot, F. M. (2000). Frequency-band complex noninteger differentiator: characterization and synthesis. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, 47(1), 25-39.
- Panda, R., Dash, M. (2006). Fractional generalized splines and signal processing. *Signal Processing*, 86(9), 2340-2350.
- Pu, Y.-F., Yuan, X., Liao, K., Zhou, J., Ni, Z., Pu, X., Zeng, Y. (2006). A recursive two-circuits series analog fractance circuit for any order fractional calculus - art. no. 60271Y (Vol. 6027).
- Tustin, A., Allanson, J., Layton, J., Jakeways, R. (1958). The design of systems for automatic control of the position of massive objects. *Proceedings of the IEE-Part C: Monographs*, 105(1S), 1-57.
- Xue, D., Zhao, C., Chen, Y. (2006, 25-28 June 2006). A Modified Approximation Method of Fractional Order System. Paper presented at the 2006 International Conference on Mechatronics and Automation.
- Ziegler, J.G., Nichols, N.B. (1942). Optimum settings for automatic controllers. *trans. ASME*, 64(11).

Estimation of Tr81 Area Yearly Electric Energy Consumption By Artificial Neural Networks

Y. Kocadayı^{1*}, O. ErKaymaz¹, R. Uzun¹

Abstract: In this study, the annual electricity consumption estimate of the TR81 region (Zonguldak, Karabük, Bartın) was made using by artificial neural networks (ANN). As ANN model input population, import, export and building area datas were used to estimate electricity consumption in the region. The estimation performance of the generated ANN model was investigated by calculating mean square error, mean absolute error and correlation coefficient. According to the result, ANN model to estimate the electricity consumption of the TR81 region was observed is valid and provided high accuracy. Using these proved ANN model, TR81 regional electricity consumption forecast has been realized belonging to years 2016-2020. Thus, it is believed that the study done will help the energy investment projects to be carried out or planned in the future.

Keywords: Artificial neural networks, Electricity consumption estimation, TR81 region, Fault tests, Machine learning

Yapay Sinir Ağları ile Tr81 Bölgesi Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini

Özet: Bu çalışmada, TR81 (Zonguldak, Karabük, Bartın) bölgesinin yıllık elektrik enerjisi tüketim tahmini yapay sinir ağları (YSA) kullanılarak yapılmıştır. Bölgedeki elektrik enerjisi tüketimini tahmin etmek için YSA modelinin girişi olarak nüfus, ithalat, ihracat ve bina yüzölçümü verileri kullanılmıştır. Oluşturulan YSA modelinin tahmin performansı ortalama karesel hata, ortalama mutlak hata ve korelasyon katsayısı hesaplanarak incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuca göre YSA modelinin TR81 bölgesinin elektrik tüketimi tahmini için geçerli olduğu ve yüksek doğruluk sağladığı tespit edilmiştir. Uygunluğu ispat edilen bu YSA modeli kullanılarak, 2016-2020 yıllarına ait TR81 bölgesi elektrik tüketim öngörüsü gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın, bölgede ileride yapılacak veya yapılması planlanan enerji yatırım projelerine yardımcı olacağına kanaat getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, Elektrik tüketim tahmini, TR81 bölgesi, Hata testleri, Makine öğrenmesi

1. Giriş

Elektrik enerjisi, günümüzde kaliteli, verimli ve hızla iletililebilen bir kaynak olmasından ötürü yüksek oranda kullanılan bir enerji formudur.

Elektrik enerjisinin kullanımıyla birlikte meydana gelen arz-talep, iletim-dağıtım ve fiyatlandırma konularında planlamaların yapılması, elektrik enerjisi sektörünün sağlıklı bir şekilde gelişimi için büyük önem taşımaktadır. Yapılacak planlama

çalışmalarının en önemli sorunlarından biri, gelecekteki talep tahmini bilgilerinin elde edilebilmesidir. Elektrik enerjisinin depolanamayan ve üretildiğinde anında tüketilmesi gereken bir enerji türü olması, yapılacak olan talep tahminin doğruluk derecesinin önemini artırmaktadır. Bu nedenle talebin üzerinde yapılan tahminler sonucunda elektrik üretiminde kaynakların israf edilebileceği gibi talebin altında yapılan tahminlerde meydana gelen elektrik açığı, talebin yeterli miktarda karşılanamamasına neden

¹Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 67100,Zonguldak, Türkiye

*Corresponding author (İletişim yazarı): yasemin.kocadayi@gmail.com

Citation (Atıf): Kocadayı, Y., ErKaymaz, O., Uzun, R. (2017). Yapay Sinir Ağları ile Tr81 Bölgesi Yıllık Elektrik Enerjisi Tüketiminin Tahmini. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (Special Issue): 59-64.

olacaktır (Mahmutoğlu vd., 2015). Ayrıca yeni enerji santrallerinin kurulması ve yapılacak olan enerji yatırımları hacminin belirlenmesinde de gelecekteki tüketim tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak tahminler gerçeğe ne kadar yakın olursa, yapılan planlama çalışmalarının da o kadar geçerli olacağı açıktır.

Elektrik enerjisi tüketimi tahminine yönelik çalışmalar üç sınıfta değerlendirilebilir (Eşiyok vd., 1995):

1. Kısa dönemli tahmin: Enerji üretimi ve dağıtımının verimli ve güvenli yapılması için kullanılan dakikalık, saatlik ve günlük tahminlerdir.
2. Orta dönemli tahmin: Enerji santralleri ve trafo merkezleri arasındaki yük paylaşımının en verimli şekilde yapılmasını için kullanılan haftalık ve aylık tahminlerdir.
3. Uzun dönemli tahmin: Elektrik enerjisi sistemlerinin ekonomik olarak tesisinde, üretim kapasitesinin planlanmasında kullanılan yıllık veya daha uzun dönemli tahminlerdir.

Elektrik enerjisi tüketimine yönelik tahminler yük tahmini olarak da isimlendirilebilir. Elektrik enerjisi talep tahmini için YSA'nın kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Karacasu ve Hocaoğlu (2003) Gaziantep yöresinin yük tahmin analizini YSA ile birlikte doğrusal ve doğrusal olmayan trend denklemleri ve hareketli ortalamalar metodlarını kullanarak gerçekleştirmiştir. Yalçınöz vd., (2002) Niğde bölgesinin elektrik yük tahmini için YSA ve hareketli ortalamalar metodlarını kullanmışlardır. Demirel vd., (2010) ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) ve ARMA (Otoregresif Hareketli Ortalamalar) modellerini elektrik enerjisi yük tahmini için kullanmışlardır. Hamzaçebi ve Coşkun (2004) çalışmalarında YSA, zaman serileri analizi (ZSA) ve regresyon tekniğini kullanarak Türkiye elektrik enerjisi tüketimi tahminini yapmışlardır. Yiğit (2011), genetik algoritma kullanarak yaptığı çalışmada Türkiye net elektrik enerjisi tüketimi tahminini gerçekleştirmiştir. Es vd., (2014) ise Türkiye net enerji talep tahmini için yaptıkları çalışmada çoklu doğrusal regresyon ve YSA modeli kullanmışlardır. Toker ve Korkmaz (2011) Türkiye'nin kısa süreli elektrik talebinin saatlik olarak tahmininde YSA ve ileri sinyal işleme tekniklerini kullanmışlardır.

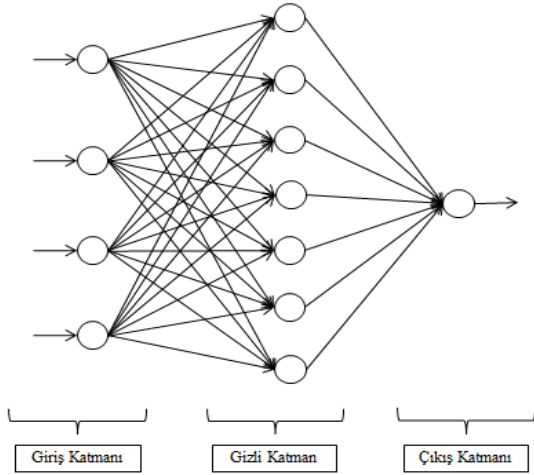
Bu çalışmada, YSA modeli kullanılarak TR81 bölgesinin yıllık elektrik enerjisi tüketim tahmini yapılmıştır. Bölgeye ait 2002-2014 yıllarına ait

TÜİK'ten alınan (TÜİK, 2015) nüfus, bina yüzölçümü, ithalat ve ihracat verileri YSA'nın girdileri olarak kullanılmıştır. Ağın eğitiminde çıkış olarak bölgenin elektrik tüketim verileri kullanılmıştır. Eğitimin ardından 2002-2014 yıllarına ait verilerdeki değişimlerin ortalaması alınarak 2016-2020 yılları için sentetik veriler oluşturulmuştur. Bu veriler kullanılarak oluşturulan YSA modeliyle birlikte 2016-2020 yıllarına ait elektrik enerjisi tüketim öngörüsü yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları (YSA), biyolojik sinir ağlarından yola çıkılarak elde edilmiş ve bu ağlara ait benzer işlevleri yerine getirebilmek amacıyla oluşturulmuş bir bilgi işleme sistemidir (Fausett, 1994). En temel elemanı YSA hücresi olan bu sistem, insan beyninin çalışmasını taklit ederek öğrenme, hatırlama, değerlendirme, karar verme ve genelleme yapabilme becerilerinin matematiksel olarak modellenmesiyle oluşur. YSA'da çok çeşitli ağ modelleri vardır. Elektrik enerjisi tüketim tahmininin yapıldığı bu çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli kullanılmıştır. Çok katmanlı yapay sinir ağı yapısında nöronlar (düğümler) katmanlar şeklinde dizilmiştir. Bu yapıda; çözülmesi istenen probleme ait bilgilerin alınmasını sağlayan girdi katmanı, ağ içinde işlenen bilginin dışarıya verildiği çıktı katmanı ve bu katmanlar arasında yer alan gizli katman bulunur. Çok katmanlı YSA'da birden fazla gizli katman bulunabilmektedir. Şekil 1'de yapılan çalışmada kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli gösterilmiştir.

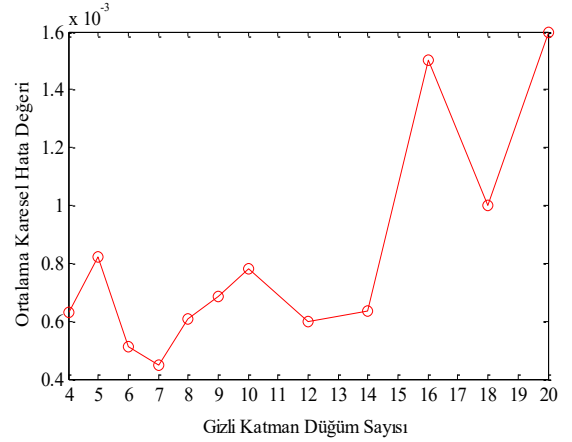


Şekil 1. Çalışmada kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli YSA modeli

Model, MATLAB Neural Network Toolbox programı ile oluşturulmuş ve ağıın eğitiminde Levenberg - Marquardt geri yayılım algoritması kullanılmıştır. Geri yayılım algoritması adını, hatanın geriye yani ağıın çıkışından girişine doğru azaltılmaya çalışılmasından almıştır. Bu algoritma danışmanlı öğrenme yapısına sahip ve yaygın olarak kullanılan bir öğrenme algoritmasıdır. Danışmanlı öğrenme yapısında ağına verilen her bir giriş değerine karşılık çıkış değeri verilir. Buna göre ağı verilen girdilere ait çıktıları en az hataya sahip olacak şekilde elde etmeye çalışır.

3. Bulgular

Bu çalışma için oluşturulan YSA modelinde giriş katmanı düğüm sayısı 4 ve çıkış katmanı düğüm sayısı 1 olup ara katman düğüm sayısı 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20 değerleri alınarak YSA modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerin performansı ortalama karesel hataya (mse) göre çizilen Şekil 2' deki grafikte incelenmiştir. Grafikte, en iyi performansın gizli katman düğüm sayısının 7 olduğu modelde sağlandığı gözlemlenmiştir.



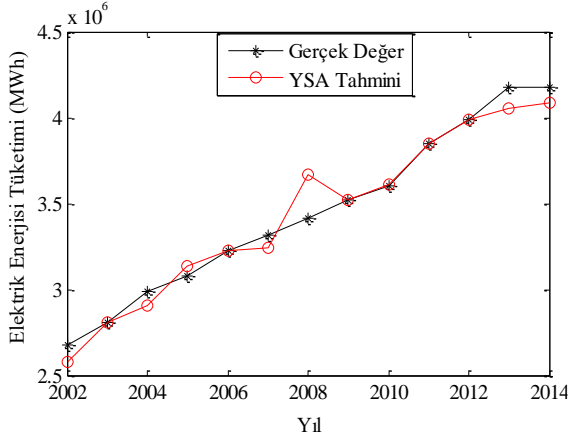
Şekil 2. Gizli katman düğüm sayısına göre ortalama karesel hata değeri değişimi

Oluşturulan YSA modelinde rasgele sıralanan eğitim verilerinin eğitim ve test grubu olarak kullanım yüzdeleri değiştirilerek çeşitli hata hesabı yöntemleriyle Çizelge 1' deki performanslar elde edilmiştir.

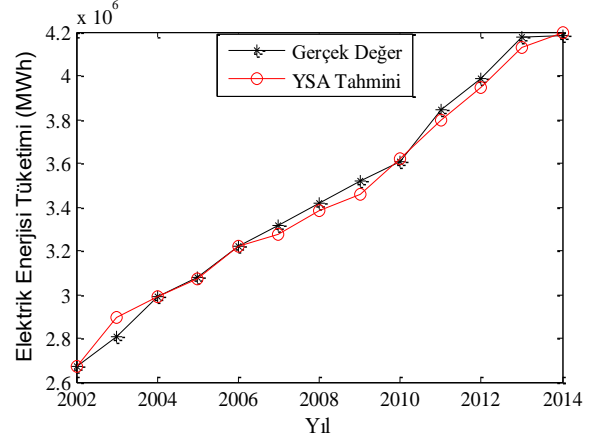
Çizelge 1. Uygulanan eğitim ve test grubu yüzdelerinin performansları

Veri Oranları (% Eğitim-Test Verisi)	Ortalama Karesel Hata (MSE)	Ortalama Mutlak Hata (MAE)	Doğrusal Regresyon Belirleme Katsayısı (R ²)
%50-50	4.4586e-04	0.0191	0.9750
%60-40	2.0977e-04	0.0126	0.9909
%70-30	2.3541e-05	0.0048	0.9975
%80-20	9.5010e-06	0.0029	0.9975

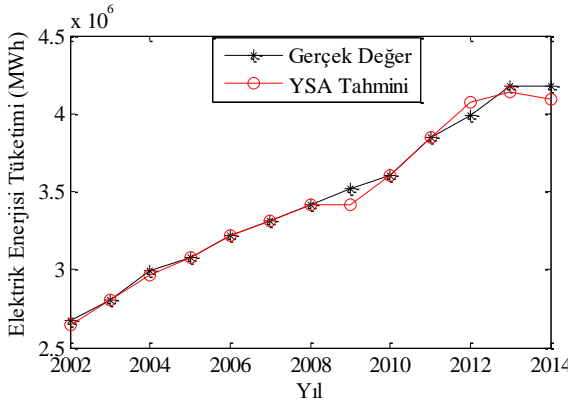
Çizelge 1'deki veri grupları kullanılarak oluşturulan YSA modelleriyle yapılan elektrik tüketim tahminlerinin gerçek tüketim değerleriyle yakınlığı grafiklerle de ortaya konulmuştur. Bu grafikler sırasıyla Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6' da gösterildiği gibidir.



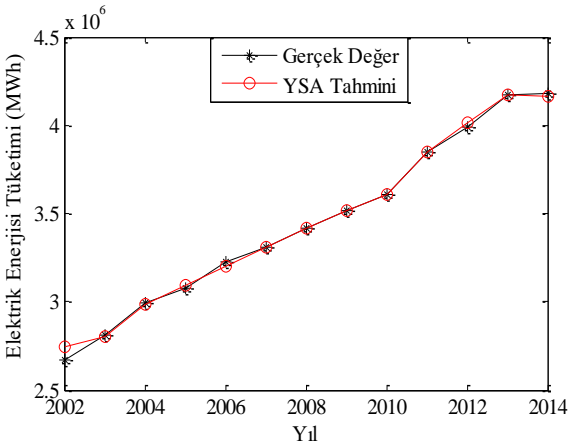
Şekil 3. %50 eğitim - %50 test veri grubu için YSA tahmin performansı



Şekil 6. %80 eğitim - %20 test veri grubu için YSA tahmin performansı



Şekil 4. %60 eğitim - %40 test veri grubu için YSA tahmin performansı



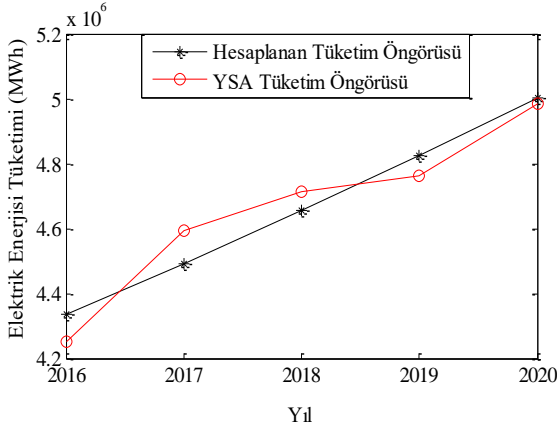
Şekil 5. %70 eğitim - %30 test veri grubu için YSA tahmin performansı

Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6' da gösterilen grafikler incelendiğinde YSA modelinin elektrik tüketimi tahmin sonuçlarının gerçek değere çok yakın olduğu görülmektedir. Modelin en iyi performansının; ortalama karesel hata değeri $9.5010e-06$, ortalama mutlak hata değeri 0.0029 olan ve korelasyon katsayısı r^2 ye bakıldığında tahminin %99.75 doğruluğu saptanan Şek. 6.' da elde edildiği gözlemlenmiştir.

YSA modelinin, TR81 bölgesi için mevcut verilerle yapılan elektrik tüketim tahminindeki performansları incelendikten sonra, bölgenin 2016-2020 yıllarına yönelik elektrik tüketim tahmininin üzerinde çalışma yapılarak öngöründe bulunulmuştur. Bu çalışma için bölgenin 2002-2014 yıllarındaki nüfus, bina yüzölçümü, ithalat, ihracat ve elektrik tüketimi değişim oranlarının ortalaması alınarak 2016-2020 yılları için öngörü verileri hesaplanmıştır. Oluşturulan verilerle gerçekleştirilen YSA' ya ait çeşitli hata hesabı yöntemleriyle elde edilen değerler Çizelge 2' deki gibidir. Ayrıca TR81 bölgesinin geleceğe yönelik elektrik tahmini öngörüsünün yapıldığı bu çalışmadaki YSA' nın performansı Şekil 7' deki grafikte de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Oluşturulan YSA modelinin 2016-2020 yılları için elektrik tüketim öngörüsü performansı

Ortalama Karesel Hata (MSE)	Ortalama Mutlak Hata (MAE)	Korelasyon Katsayısı (R^2)
2.0472e-04	0.0131	0.9055



Şekil 7. 2016-2020 yılları için hesaplanan ve YSA elektrik tüketim öngörüsü sonuçları

Şekil 7' deki grafiği bakıldığında TR81 bölgesinin geleceğe yönelik 2016-2020 elektrik tüketimi öngörüsünde YSA modelinin hesaplanan öngörü değerlerini yakından takip ettiği görülmektedir. Bu yakınlık Çizelge 2'deki korelasyon katsayısı r_2 ile yorumlanacak olursa YSA'nın elektrik tüketimi öngörüsü tahmininin %90.55 doğruluk payına sahip olduğu söylenebilmektedir. 2016-2020 yıllarına ait elektrik tüketim öngörüsü için hesaplanan değerler ve YSA tahmin değerleri Çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 3. 2016-2020 yılları için Tr81 bölgesi elektrik enerjisi tüketim öngörü değerleri

Yıl	Hesaplanan Elektrik Tüketimi Öngörü Değerleri (MWh)	YSA Elektrik Tüketimi Öngörü Değerleri (MWh)
2016	4334521,796	4249377,112
2017	4492440,206	4595167,050
2018	4656110,810	4713307,051
2019	4825743,274	4761799,219
2020	5001554,533	4982254,321

4. Tartışma ve Sonuçlar

TR81- Zonguldak, Karabük, Bartın Bölgesinin verileriyle oluşturulan YSA modeliyle, bölgenin uzun dönemli elektrik enerjisi tüketiminde oldukça iyi bir tahmin aracı olduğu yapılan hata analizleriyle ispatlanmıştır. Bunun sonucunda 5 yıllık elektrik tüketim öngörüsü elde edilerek bölgedeki elektrik enerjisi sektörünün gelişimi için

önemli olan arz, talep, iletim, dağıtım, fiyatlandırma konularındaki planlamaların daha sağlıklı yapılabilmesi ve yeni enerji santrallerinin kurulmasıyla bölgeye yapılacak olan enerji yatırımları hacminin belirlenmesi gibi enerji politikalarının oluşumunda önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Demirel, Ö., Kakilli, A., Tektaş, M. (2010). Anfis ve Arma Modelleri İle Elektrik Enerjisi Yük Tahmini, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 25(3): 601-610.
- Es, H.A., Kalender F.Y., Hamzaçebi, C. (2014). Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Net Enerji Talep Tahmini, Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 29(3):495-504.
- Eşiyok, E.A., Hocaoğlu, T., Dumanlı, M. (1995). Güç Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları İle Yük Tahmini Analizi, Elektrik Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, s 69-72., Bursa.
- Fausett, L. (1994). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications, Prentice Hall, New Jersey.
- Hamzaçebi, C., Kutay, F. (2004). Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(3):227-233.
- Karacasu, Ö., Hocaoğlu, M.H. (2003). Yapay Sinir Ağları ile Gaziantep Yöresi İçin Yük Tahmini Analizi, TAINN'03 XII. International Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, Çanakkale.
- Mahmutoğlu, M., Öztürk, F. (2015). Türkiye Elektrik Tüketimi Öngörüsü ve Bu Kapsamda Geliştirilebilecek Politika Önerileri, EY International Congress on Economics II, Europa and Global Economic Rebalancing, Ankara.
- Toker, A.C., Korkmaz, O. (2011). Türkiye Kısa Süreli Elektrik Talebinin Saatlik Olarak Tahmin Edilmesi, II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, İzmir.
- TÜİK, (2015). Türkiye İstatistik Kurumu, Bölgesel göstergeler, TR81-Zonguldak, Karabük,

Bartın Bölgesi Nüfus, İthalat, İhracat, Bina Yüzölçümü ve Elektrik Tüketimi İstatistikleri, (Erişim Tarihi: 26.11.2016).

- Yalçınöz, T., Herdem, S., Eminoğlu, U. (2002). Yapay Sinir Ağları ile Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini, ELECO'2002 Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, s 25-29., Bursa.
- Yiğit, V. (2011). Genetik Algoritma ile Türkiye Net Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2020 Yılına Kadar Tahmini, International Journal of Engineering, 3(2):37-41.

Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, Times New Roman yazı tipinde, 10 punto olarak ve düz metin şeklinde yazılmalıdır. Makaleye sayfa ve satır numaraları eklenmelidir.

Kapak sayfası: Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri bulunmalıdır.

Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce): Özet 500 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

Ana metin: Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfa geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

Dipnotlar: Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında yer almalıdır.

Semboller ve kısaltmalar: Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) göre olmalıdır.

Kaynaklar: Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Özkan vd., 2008; Özdemir, 2015). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayının yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Çizelgeler ve şekiller: Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve ilgili yere eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde olmalıdır.

Makalenin gönderilmesi: Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların ilk olarak dergimizin “web sitesine” girerek “kayıt” ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme “giriş” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren “Telif Hakkı Devri Formunu” sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

Instructions for authors

Manuscript should be written in A4 page size, with Times New Roman font and 10 pt font size, as plain text. Page and line numbers should be included into the manuscript.

Cover page: Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

Title and abstract (Turkish and English): Abstract should not written exceed 500 words. Explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

Main text: Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

Footnotes: Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be located below tables and figures.

Symbols and abbreviations: Unit symbols should comply with The International System of Units.

References: In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Özkan et al., 2008; Özdemir, 2015). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

Tables and figures: All tables and figures should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be located in suitable places. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution. Characters within the figures should be in Times New Roman font type.

Submission of a manuscript: In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our “web page” and “register” as an author. Our registered members can “log in” to the system and then upload their manuscript and “COPYRIGHT RELEASE FORM” as an appendix, containing their suggested referees.

Kaynaklar

Kaynak kullanımları aşağıda örneklerde belirtilen şekillerde olmalıdır.

References

Using of references should be in the form as follows.

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

- Akyıldırım, O., Gökce, H., Bahçeli, S., Yüksek, H. (2017). Theoretical and Spectroscopic (FT-IR, NMR and UV-Vis.) Characterizations of 3-p-chlorobenzyl-4-(4-carboxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule. *Journal of Molecular Structure*, 1127: 114-123.
- Tan, S., Williams, C.T. (2013). An In Situ Spectroscopic Study of Prochiral Reactant–Chiral Modifier Interactions on Palladium Catalyst: Case of Alkenoic Acid and Cinchonidine in Various Solvents. *J. Phys. Chem. C*, 117(35): 18043–18052.

Book / Kitap

- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β , γ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Whittaker, E. T. (1988). *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. Cambridge University Press.

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

- Westhoff, V., Van Der Maarel, E. (1978). The braun-blanquet approach in classification of plant communities, Reinhold Tüxen (Ed.), *Handbook of Vegetation Science*, Springer Netherlands, pp. 619-704.
- Şencan, A., Sevindir, H.C., Kiliç, M., Karaboyacı, M. (2011). Biosorption of CR+ 6 from Aqueous Solution with Activated Sludge Biosolids (Ref. NO: MT11-OP-475), Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., (Ed, *Survival and Sustainability*, 973-984.

Thesis and dissertation / Tez

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresi'ndeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 194 s.
- Özdemir, S. (2015). Ovacık Dağı Yöresi'nde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) Türlerinin Ekolojik Özellikleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. 74s.

Conference proceedings / Konferans bildirisi

- Özkan, K., Kavgacı, A. 2009. Küresel ısınmanın orta dağlık alanlarda tür çeşitliliği üzerine olası etkileri (Acıpayam yöresi örneği). I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (Eds: Palta, Ç.), 16-18 Haziran 2009, Konya, Türkiye, 277-284.
- Özkan, K., Negiz, M.G., Şentürk, Ö., Kandemir, H. (2012). Göller Bölgesi'ndeki Bazı Önemli Rekreasyon Alanları ve Onların Ekolojik Özellikleri, I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi 2012, Bildiri Kitabı, 12-15 Nisan, 587-596, Detay Yayıncılık, Kemer-Antalya.

Electronic reference / Elektronik kaynak

- FAO, (2016). *Sustainable Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/sustainability/en/>, Accessed: 14.06.2016.
- Milliparklar, (2017). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/kavramlar.htm>, Erişim Tarihi: 18.06.2017.

Bilge International Journal of Science and Technology Research online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir. Yılda iki sayı yayınlanan dergide Temel bilimler, Doğa bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji bilimleri konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır. Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Dergide yayımlanacak makalenin atıflarından, bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur (yazar/yazarlar bu durumu telif hakkı sözleşmesinde kabul eder). Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır. Dergiye gönderilen makale, yayın kurulu tarafından yayına uygunluk açısından incelendikten sonra en az iki hakeme gönderilir. Hakemlerin değerlendirmeleri sonucunda en az iki yayınlanabilir raporu alan makale, dergi yönetiminin uygun görülen bir sayıda yayımlanır. Hakem raporlarının birisinin olumlu, diğerinin olumsuz olması durumunda makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Bu durumda makalenin yayımlanıp yayımlanmamasına üçüncü hakemin raporuna göre karar verilir. Hakemler tarafından düzeltme istenen makaleler gerekli düzeltmeler için yazara geri gönderilir. Düzeltilecek metnin belirtilen sürede dergi sistemine yüklenmesi yazarın sorumluluğundadır. Makalenin yayımlanması konusunda son karar, dergi editörlüğüne aittir.

Bilge International Journal of Science and Technology Research is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. The journal published two issues a year publishes scientific articles on the subjects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology. Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. The authors are responsible for the citations of the article to be published, its scientific data, its results, and whether it is in line with ethical rules (Author / authors accept that in the copyright agreement). Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue. The articles are sent to at least two reviewers after examined by the editor board in terms of compliance with the publication. As a result of the evaluations of the reviewers, the article which received at least two publishable reports will be published at a suitable number for the management of the journal. If one of the reviewer reports is positive and the other is negative, the article will be sent a third reviewer. In this case, the publication of the article is decided according to the third report. The articles corrected by the referees are returned to the author for necessary corrections. It is the responsibility of the author to upload the revised text to the journal system for the specified period. The final decision on the publication of the article belongs to the editor.