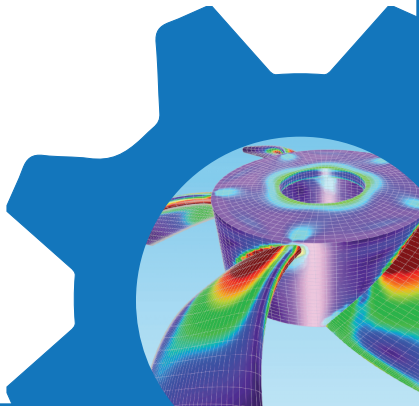


GAZI
JOURNAL OF
ENGINEERING
SCIENCES



EDİTÖR / EDITOR - IN – CHIEF

İsmail ŞAHİN

Gazi University, Ankara, Turkey
e-mail: editorgjes@gmail.com

YARDIMCI EDİTÖRLER / ASSOCIATE EDITORS

Harun GÖKÇE

TÜBİTAK
e-mail: harungokce@yahoo.ca

Murat DÖRTERLER

Gazi University
e-mail: murat@4erler.net

Cemal YILMAZ

Gazi University
e-mail: cemal@gazi.edu.tr

EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD

Alper BÜYÜKKARAGÖZ

Gazi University
e-mail: karagoz@gazi.edu.tr

Halil KARAKOÇ

Hacettepe University
e-mail: halil.karakoc@hacettepe.edu.tr

Hüseyin GÖKÇE

Çankırı Karatekin University
e-mail: huseyingokce@karatekin.edu.tr

M. Hanefi CALP

Karadeniz Teknik University
e-mail: hcalp25@hotmail.com

Mustafa GÜNAY

Karabük University
e-mail: mgunay@karabuk.edu.tr

Tayfun MENLİK

Gazi University
e-mail: tmelik@gazi.edu.tr

YAYIN DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

Adnan SÖZEN

Gazi University, Turkey

Herbert M. REYNOLDS

Michigan State University, ABD

Bekir Sami YILBAŞ

King Fahd University, Sudia Arabia

Hossam KISHAWY

University of Ontario Technology, Canada

Farzollah MIRZAPOUR

University of Zanjan, Iran

Mustafa KURT

Gazi University, Turkey

Tahsin Tecelli ÖPÖZ

John Moores University, England

Majid MEGHDADI

University of Zanjan, Iran

Kürşad SEZER

Gazi University, Turkey

Salman NISAR

National University of Sci. and Tech., Pakistan

Reza Negarastani

RIETEX, England

Jamal KHATIB

University of Wolverhampton, England

John KINUTHIA
University of South Wales, England

Shahin JALILI
Tebriz University, Iran

Andrew PINKERTON
Lancaster University, İngiltere

Yasir JOYA
GIK Institute, Pakistan

Nowruz ALLAHVERDİ
Karatay University, Türkiye

Şakir TAŞDEMİR
Selçuk University, Turkey

TEKNİK SORUMLU / TECHNICAL RESPONSIBLE

Neslihan TOP
Gazi University, Ankara, Turkey
e-mail: editorgjes@gmail.com

BU SAYININ HAKEMLERİ / REVIEWER OF THIS ISSUE

ALI HAKAN ISIK	İlhami DEMİR
Alper Kürşat UYSAL	İlker KALKAN
Baki ÖZTÜRK	Kenan TOKLU
Cengiz ELDEM	M. Hanefi CALP
Eda Avanoğlu SICACIK	Mahmut ÜNVER
Emre AVUÇLU	Mustafa GÜNAY
Gökhan DURMUŞ	Oğuz ATA
Gültekin UZUN	Orhan ERDEN
Halil ARSLAN	Özgü CAN
Harun GÖKÇE	Tuncay ŞİMŞEK
Hüdayim BAŞAK	

Gazi Journal of Engineering Sciences has been published three issues per year by Gazi Publishing

CORRESPONDENCE ADDRESS :

Gazi Akademik Yayıncılık
Mebusevleri Mah. Önder Cad. 14/6 Çankaya – Ankara / TURKEY
Tel: +90-312-9113311 Fax: +90-312-9113312
e-mail: editorgjes@gmail.com

Gazi Journal of Engineering Sciences supported by [Parantez Teknoloji](#).

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<i>Derin Öğrenme Araştırma Alanlarının Literatür Taraması</i> <i>Literature Review of Deep Learning Research Areas</i>	
M. Mutlu YAPICI, Adem TEKEREK, Nurettin TOPALOĞLU	188-215
<i>Rulman Seçimi İçin Bir Uzman Sistem</i> <i>An Expert System For Selection The Bearing</i>	
Yunus KAYIR, Ramazan MERGEN, Ömer ASAL	216-226
<i>Matematikte Dört İşlem Becerisinin Geliştirilmesi İçin Dijital Oyun Tasarımı ve Öğrenci Başarısına Etkileri</i> <i>The Design Of A Digital Game For Developing Four Operations Skills In Mathematics And Its Effects On Student Success</i>	
Hayri İNCEKARA, Şakir TAŞDEMİR	227-236
<i>Ticari Safılıktaki Molibden Malzemesine HSS Kılavuzla Vida Açma İşleminde Kesme Hızının Etkisi</i> <i>The Effect of Cutting Speed in Tapping Process with Commercial Purity Molybdenum Material HSS Tap</i>	
Hüseyin GÖKÇE, Mehtap YAVUZ	237-243
<i>Türk Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Düşey Deprem Kuvvetinin İkinci Mertebeden Taban Momentlerine Etkisi</i> <i>The Effect Of Vertical Earthquake Force To Second Order Base Moments According To Turkish Building Earthquake Code</i>	
Orhan DOĞAN, Yunus GENÇ	244-249
<i>İşaretli Sosyal Ağlarda Etki Maksimizasyonu İçin Yeni Bir Aç Gözlü Algoritma</i> <i>A New Greedy Algorithm For Influence Maximization On Signed Social Networks</i>	
Aybike ŞİMŞEK	250-257
<i>İki Seviyeli Hibrit Makine Öğrenmesi Yöntemi ile Saldırı Tespiti</i> <i>A Two-Level Hybrid Machine Learning Method for Intrusion Detection</i>	
Remzi ATAY, Duygu Evrim ODABAŞ, Meltem KURT PEHLİVANOĞLU	258-272
<i>Cam elyaf takviyeli poliüretan dış yüzü sandviç kirişlerin eğilme rijitliklerinin deneysel olarak belirlenmesi</i> <i>Experimental evaluation of flexural stiffness of sandwich composite beams having glass fiber reinforced polyurethane faces</i>	
İzzet Ufuk ÇAĞDAŞ, Özerk YILDIRIM	273-279
<i>Sokak Aydınlatması Dönüşümü Fayda Maliyet Analizi Üzerine Bir Mühendislik Ekonomisi Çalışması</i> <i>An Engineering Economy Study on Cost-Benefit Analysis of Street Lighting Transformation</i>	
Emre YILMAZ, Orhan ERDEN, Nuri Yunus KOCADAĞ	280-289

Operasyonel Ofis Mobilyası Tasarımının RULA Yöntemi ile Ergonomik Analizi ve Yeniden Tasarımı

Ergonomic Analysis and Redesign of Operational Office Furniture Design by RULA Method

Neslihan TOP.....290-299

Binalarda Yükseklik/Genişlik Oranı ve Zemin Yatak Katsayısına Bağlı Devrilme Analizi

Overturning Analysis Of Buildings Depending On Height/Width Ratio And Soil Spring Coefficient

Orhan DOĞAN, Mehmet Ali KALAYLI.....300-314

Derin Öğrenme Araştırma Alanlarının Literatür Taraması

M. Mutlu YAPICI^a, Adem TEKEREK^{*b}, Nurettin TOPALOĞLU^c

^a. Ankara University, Computer Technologies Department, Ankara, 06100, Turkey

^{b,*} Gazi University, Information Technology Department, Ankara, 06500, Turkey

^c Gazi University, Technology Faculty, Computer Engineering Department, Ankara, 06500, Turkey

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 07.09.2019
Kabul: 23.11.2019

Anahtar Kelimeler:
Derin Öğrenme,

Yapay Sinir Ağları,

Evrişimsel Sinir
Ağları,

Makine Öğrenme

***Sorumlu Yazar:**
e-posta:
atekerec@gazi.edu.tr

ÖZET

Derin öğrenme (Deep Learning-DL), birçok alanda önemli başarılar elde etmiş güçlü bir makine öğrenmesi yöntemidir. Özellikle son on yılda, bilgisayarlı görü, nesne tanıma, konuşma tanıma, doğal dil işleme gibi birçok araştırma alanında başarılı sonuçlar elde ederek, yapay zekanın derin uykudan uyanmasına yol açmıştır. Günümüzde, çeşitli alanlardaki birçok araştırmacı, DL yöntemlerini kullanarak alanlarında en iyi sonucu almaya çalışmaktadır. Bu tarama çalışmasında, DL modelleri ve DL ile çalışılabilecek önemli araştırma konuları hakkında bilgiler vererek araştırmacılara rehberlik etmeyi hedefliyoruz. Çalışmada Özerk Araçlar (Autonomous Vehicles), Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing), El Yazısı Karakter Tanıma (Handwritten Character Recognition), İmza Doğrulama (Signature Verification), Ses ve Video Tanıma (Voice and Video Recognition), Tıbbi Görüntü İşleme (Medical Image Processing), Büyük Veri (Big Data) gibi dünyanın en popüler ve en zorlu alanlarında yapılan DL çalışmalarını inceliyoruz. Ayrıca, araştırmacılara yardımcı olmak için, incelediğimiz bu alanlardaki DL ile çalışılabilecek, henüz çalışılmamış veya yeterince iyi sonuçlar elde edilememiş problemlere dikkat çekerek olası araştırma konularını listeliyoruz. Günümüzde, Derin öğrenme yöntemleri nesne tanıma alanında insanlardan daha iyi sonuçlara ulaşmıştır. DL üzerine yapılan çalışmalar dikkate alındığında, bu başarının otonom araçlar, tıbbi görüntü işleme, büyük veri analizi ve karakter tanıma gibi alanlarda da gerçekleşeceği öngörülmektedir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.01>

Literature Review of Deep Learning Research Areas

ARTICLE INFO

Received: 07.09.2019
Accepted: 23.11.2019

Keywords:

Deep learning,

Artificial Neural
Networks,

Convolutional Neural
Network,

Machine Learning

***Corresponding
Authors**
e-mail:
atekerec@gazi.edu.tr

ABSTRACT

Deep learning (DL) is an important machine learning field that has achieved considerable success in many research areas. In the last decade, the state-of-the-art studies on many research areas such as computer vision, object recognition, speech recognition, and natural language processing were especially led to the awakening of the artificial intelligence from deep sleep. Nowadays, many researchers try to find solutions to many problems in various fields under the light of DL methods. In this study, it is presented important knowledge to guide about DL models and challenging topics that can be used in DL for researchers. This study investigated DL studies which are made in the most popular and challenging fields such as autonomous vehicles, natural language processing, handwritten character recognition, signature verification, voice and video recognition, medical image processing, and big data. Furthermore, this study points out the remaining challenges of these research areas that can be solved by DL, and discusses future topics to help the researchers. In the present day, Deep learning methods have reached better results than humans in object recognition. According to the literature studies on DL, It is foreseen that this success will be achieved in areas such as autonomous vehicles, medical image processing, big data analysis, and character recognition.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.01>

1. INTRODUCTION (*Giriş*)

In last decades, Artificial Neural Network (ANN) based Machine Learning (ML) approaches have driven advances in many different research areas [1–24]. The use of Deep Learning (DL) methods, which are the multi-layered structure of ANNs along with the improvements of GPU technology, have accelerated these advances. Furthermore, DL approaches have significantly outperformed state-of-the-art approaches in many fields such as object recognition [1, 3, 7, 9, 25, 26], image processing [11, 27–32], computer vision [33–36], speech recognition [37–39], natural language processing (NLP) [10, 21, 27, 40–42], character recognition [5, 30, 43–46], signature verification [2, 6, 47–51]. Although the foundations of DL were based on ANN proposed by McCulloch and Pitts in 1943 [52], the real popularity has increased in 2012. Multilayer neural networks have been unsuccessful for a long time as they have consistently achieved a local optimal solution. In addition, interest in multi-layered neural networks has not been more significance for a long time because the processing power of big data had increased too much. In 2006, Hinton et al. [53] proposed a two-stage strategy for training DL effectively, which are pre-training, and fine-tuning with respectively. This was the first step to increased interest in DL. In 2012, Krizhevsky et al. [54] achieved a great success by improving the Top-5 error rate from 26.2% to 15.3% in the ImageNet competition which is the most important competition in the object recognition field. This success achieved great reactions in the academy, and increased interest in DL. Besides the academic communities, many technology companies also contribute to the development of DL approaches by supporting. Many companies, such as Google [55, 56], Facebook [57], Microsoft [58, 59] and NVIDIA [60, 61] have developed their own DL frameworks and released them as open source software so that researchers working on this area can develop new DL models. The success of DL is attributed to its high representational ability of input data, by using various layers such as Fully Connected (FC), Dropout, and Pooling. DL discovers intricate structure in large data sets by using the backpropagation algorithm to indicate how a machine should change its internal parameters that are used to compute the representation between layers [62, 63]. In literature, there are various DL architectures such as Deep Neural Network (DNN), Convolutional Neural Network (CNN), Deep Belief Network (DBN), Sparse Auto-Encoder (SAE), and

Recurrent Neural Network (RNN). Although the essential structures of these frameworks are same, there are also some differences between DL models. Fig. 1. shows the approximate number of published DL articles by year. As it can be seen clearly in the Fig. 1, interest in DL has increased rapidly after 2012.

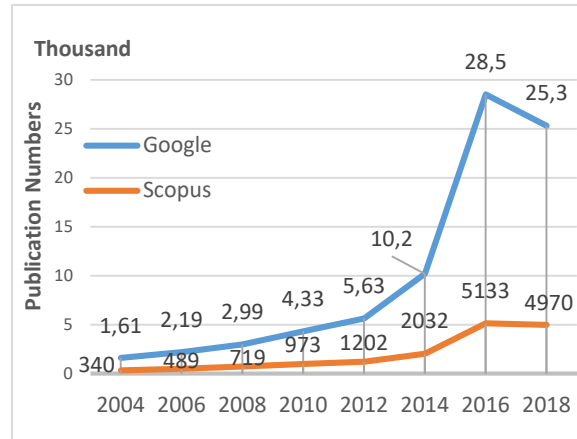


Figure 1. Number of published deep learning articles by year. The numbers of articles were obtained from the search results on Scopus and Google Scholar with the query of ‘Deep learning’.

The basic structure of DNNs consists of an input layer, hidden layers and an output layer as in ANNs. The difference between DNNs and ANNs is the number of hidden layers which is more than one and directly affects the depth of the algorithm in DNNs. Firstly, raw data is given to the input layer, and secondly, all values are calculated sequentially along with the network layers as output. The obtained output value is used as input data for each next layer. The output values are calculated via the sum of the multiplication of the input and the weight for each unit in the current layer. Then, a non-linear function such as a rectified linear unit (ReLU), hyperbolic tangent or sigmoid is applied to compute the output values of the layer. The output data obtained as it progresses towards the last layer contains slightly more abstract representations than the state of the raw input data. It allows a more successful classification with the data [64]. According to the developments in technology and the rapid increase in the use of DL in Figure 1 many more researchers working in different fields may find their way to generate different DL approaches.

Therefore, this review aims to guide the researchers who want to use the DL approaches in their studies. In the literature, although there are some review studies using DL on the subjects such as autonomous

vehicles[65], medical image processing [29, 66–69], big data [70, 71], natural language processing (NLP) [10, 19, 72], signature recognition [6, 32, 73], and many other fields [64, 69, 74–87], there is no comprehensive review covering all these fields. In this paper, we provide a review of DL which covers many challenging areas such NLP, medical image processing, mig data, hand-written character recognition, signature recognition, audio and video processing, and autonomous vehicles. This study investigates more than 230 articles related to DL applications in the selected areas. Main contributions of this study are summarized below:

- to review of DL methods on many challenging areas.
- to implement DL approaches in the most popular areas.
- to introduce the challenging problems in popular topics.

The manuscript is organized as follows. In Section 2, comprehensive information on the DL applications is presented for the most popular areas. In Section 3, the important DL issues are proposed. Finally, the conclusion is given in Section 4.

2. DEEP LEARNING RESEARCH AREAS (DERİN ÖĞRENME ARAŞTIRMA ALANLARI)

In the last decade, with the development of ANN, many researchers have tried to develop further studies using DL methods. They achieved the-state-of-art results in many research areas such as autonomous vehicles, medical image processing, handwritten character recognition, and natural language processing. In this section, DL studies are investigated in popular areas to illuminate the paths of researchers working in DL. We visualized the researches in tables according to study fields, titles, methods, used tests, and training databases in order to make it easier for researchers to analyze. In literature, there are many study fields using DL approaches achieved high success, but in this review, seven research areas such as Autonomous Vehicles, Natural Language Processing, Handwritten Character Recognition, Signature Verification, Voice and Video Processing, Medical Image Processing, and Big Data are selected.

2.1. Autonomous Vehicles

In this section, the recent DL studies are investigated in autonomous vehicles. With the

development of DL, technologies in autonomous vehicles have seen significant advances in recent years. DL become indispensable in application of autonomous vehicles. In the literature, autonomous vehicle studies for the aerial, underwater, and lander vehicles have focused on vehicle detection, obstacle detection, control strategies, autonomous driving, traffic and collision prediction. Vehicle and obstacle detection is one of the most important part of autonomous driving. Hence, so many researchers have studied to overcome these problems. To solve this problem, DL algorithms generally consist of two steps: region proposal and region classification. Shi et al. [88] proposed a Fast Recurrent-CNN to detect vehicle. They tested the algorithm on the public KITTI data set, self-collected BUU-T2Y data set, and mixed data set. In another study, Du et al. [89] proposed a DL framework for car detection, which fuses LIDAR and camera. Soin and Chahande [90] proposed moving vehicles detection on-road for driverless car assistance systems based on R-CNN. They claimed that the method was achieved 100% accuracy with respect to detection accuracy on the CIFAR-10 dataset. Obstacle detection and classification on-road is one of the key tasks in the perception system of self-driving vehicles. Nguyen et al. [91] used the DL for the classification of obstacles that were detected by using adaptive U-V disparity. Prabhakar et al. [36] developed a DL system that is region-based CNN trained with the PASCAL VOC image dataset for the detection and classification of on-road obstacles such as vehicles, pedestrians and animals. A fully convolutional network is proposed to predict pixel-wise semantic labeling of on-road unexpected obstacles such as lost cargo by Ramos et al. [24]. Deepika and Variyar [92] used the SegNet encoder-decoder architecture for pixel-wise semantic segmentation of the video frame followed by an obstacle detection algorithm. Dairi et al. [93] designed a hybrid encoder that integrates deep Boltzmann machines (DBM) and auto-encoders (AE) for obstacle detection. They combined the unsupervised hybrid model with the one-class support vector machines (OCSVM) to visually monitor an urban scene. In literature, collision and traffic predictions are other challenging tasks for self-driving cars. Vehicle taillights detection is an important topic in collision avoidance and autonomous vehicles. For this reason, Vancea et al. [31] addressed this problem by using FCN based on VGG16 architecture for vehicle rear light segmentation. Chen et al. [94] proposed a BP neural network optimized by GA to estimate the probability of collision. In this neural network, it has taken into account the effects of many factors,

including drivers, environment, vehicles, and path. In the study, the selection of the thresholds in the BP neural network is optimized by the GA. Liu et al. [95] proposed a decentralized multi-agent collision avoidance method based on deep reinforcement learning. Obtaining accurate and timely traffic flow information is essential for the success of intelligent transportation systems. Hence, traffic flow prediction is one of the major tasks of self-driving cars. In the literature, there are many studies to address this task by using DL algorithms such as DBN, SAE, CNN, RCNN, RNN. DBN based architecture was used widely for traffic flow prediction. Huang et al. [96] developed a deep architecture that consists of two parts, i.e., DBN for unsupervised feature learning at the bottom and a multitask regression layer (MTL) at the top. For short-term traffic speed information prediction, Jia et al. [97] are proposed a DBN based model that was trained in a greedy unsupervised method, and fine-tuned by labeled data. In the other study, Jin et al. [98] used DBN and LSTM to conduct short-term traffic speed prediction with the consideration of rainfall impact as a non-traffic input. They reported that the R-LSTM has the best accuracy value according to R-DBN, R-BPNN, and R-ARIMA. Koesdwiady et al. [99] proposed a prediction architecture that incorporates DBN and data fusion to derive traffic flow prediction by using traffic flow history and weather data. Wang et al. [100] proposed an error-feedback recurrent CNN (eRCNN) model for the continuous traffic speed prediction. In another study, Liu, Polson and their teams an LSTM based RNN architecture was used to improve traffic flow prediction accuracy. Du et al. [101] implemented an LSTM based regression model to predict the historical traffic data by revealing the pattern of traffic volume. They claimed that the LSTM model has the ability to remember the former state of time point and give a more accurate estimation of the next time points. Liu et al. [102] proposed a combination of Convolution and LSTM for traffic flow prediction. First, they used a Conv-LSTM module to extract the spatial-temporal feature of traffic flow, and then a Bi-LSTM module to obtain the period feature of traffic flow. For traffic flows prediction, Polson et al. [103] developed a DL architecture that combines a linear model fitted using regularization and a sequence of layers. In the other studies related to traffic flow prediction, Lv, Duan and their colleagues used SAE architecture. Lv et al. [104] explored a DL approach to predict traffic flow at different time ranges such as 15-min flow, 30-min flow, 45-min flow, and 60-min flow. They reported the best SAE architecture for every time ranges. Duan et al. [105] evaluated the performance of the SAE

model for traffic flow prediction at daytime and nighttime. They also reported the hyper parameters of the SAE model at different times. In another study, Stacked Denoising Auto-Encoder (SDAR) based DL architecture was used for outdoor vehicle tracking by Xin et al. [106]. They trained the SDAE and then added k-sparse constraint to SDAE (kSSDAE) for classification. Hadsell et al. [107] described a self-supervised DL based DBN approach for the classification complex terrain at distances up to the horizon by identifying trees, paths, man-made obstacles, and ground. Object recognition and pedestrian detection algorithm was developed with DL for autonomous driving by Ucar et al. [26]. In this study, feature extraction was carried out by using both CNN and Bag of Visual Words (BOW) approach. Al-Qizwini et al. [22] introduced the Direct Perception DL algorithm by comparing different CNN architecture for autonomous driving. According to obtained results, GoogLeNet is the best performing architecture for autonomous driving in road feature extraction. Xia and Rausch separately, introduced a different DL model to control autonomous vehicles. Rausch et al. [108] used CNN architecture in the application vehicles, and control strategy of Xia [109] is deep Q-learning with filtered experiences (DQFE) model, which combined the classic neural fitted Q-iteration and DL technique to obtain a control strategy with less resource consumption.

In literature, DL has also used so much in aerial and underwater autonomous vehicles. For the control of autonomous aerial vehicles, Zhang et al. [110] trained a DL algorithm by generated data according to MPC-guided policy. They claimed that the algorithm was able to learn complex policies, such as high-speed obstacle avoidance, using raw sensor inputs, and low-level rotor command outputs. For docking of autonomous underwater vehicle, Yahya and Arshad [111] proposed a R-CNN based DL application which detected the markers on a docking station. Yu et al. [112] tackled the control problem of trajectory tracking of Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) based on the DL algorithm. They used a combination of two different DL algorithms to control AUVs. The first algorithm was used to select the action, and then the second was used to evaluate the accuracy of the selected action.

2.2. Natural Language Processing

Big data has grown rapidly over the last few decades. Therefore, semantic data extraction from raw data has become important necessity. Natural Language Processing (NLP) plays a major role in

acquiring relevant information of importance to business and intelligence. Studies in the field of NLP has great importance for this purpose. With the development of DL and artificial intelligence (AI), many researchers used neural networks in NLP tasks such as call-routing classification, spoken language understanding (SLU) systems, and semantic data extraction.

Cambria and White [19] introduced a review on recent developments in NLP research to look at the past, present, and future of NLP technology. It is a helpful study to learn about research field of NLP. Application of DBNs to natural language call routing was proposed by Sarikaya et al. [113]. They compared between DBNs and other methods such as Boosting, MaxEnt, SVM. It was reported that DBNs produce better classification results than other methods even though it currently uses an impoverished representation of the input. In other study, Sarikaya et al. [40] applied DBNs to overcome natural language understanding problem. In a PhD thesis, Richard Socher [21] it was studied RNN to solve multiple language tasks involving word and sentence-level predictions of both continuous and discrete nature [21]. In this study, different RNN architectures such as SU-RNN, MV-RNN, C-RNN, DT-RNN, and RNTN were used and compared the performance of them.

The most important limitation of NLP research on DL is insufficient data. For this reason, Galinsky et al. [41] proposed data augmentation approaches that are replacing words with their synonyms, reshuffling the words and adding new adjectives. After augmentation, they used CNN for addressing the sentiment analysis problem on Russian language. Natural Language Generation (NLG) systems have not been generalized across domains, and this is heavily restricting their usability beyond a single application. Therefore, Dethlefs [114] proposed a LSTM-Encoder-Decoder based RNN architecture for addressing the domain adaptation problem of NLG. In the study, Two LSTM model was used. The first one learns a latent representation of a semantic input, and the second one learns to decode it to a sequence of words. It is claimed that the learned representations can be transferred across domains and leveraged effectively to improve training on new unseen domains. Zhuang et al. [42] used a CNN model with chunk-max pooling by the leverage Chinese stroke for learning the continuous representation of Chinese character [42]. They built an NLP service for Chinese text classification for use in future studies. In another study, Zhang et al. [27] proposed a novel CNN and RNN based DL method which generates natural language descriptions of

remote sensing images. In this study, CNN detected the main objects of the remote sensing images, and RNN generated the natural language descriptions of the objects. Al-Ayyoub, Sharma and their colleagues published a survey paper about DL studies in NLP. Sharma and Kaushik [72] have emphasized the importance of DL in NLP studies, and also recommended reinforcement learning as an extension to neural networking which is widely used in gaming for NLP. The survey of Al-Ayyoub et al. [10] was about DL studies in Arabic NLP. In this survey, they aimed to serve a guide for the young and growing ANLP community to help bridge the huge gap between ANLP literature and richer and more mature English NLP literature.

2.3. Handwritten Character Recognition

Character recognition is still one of the most challenging fields for researchers. Especially, the handwritten character recognition is an arduous task since the character usually has various appearances according to a different writer, writing style and noise. Handwriting recognition is composed of two types such online (stroke trajectory-based) and offline (image.-based). Due to the inadequate number of features that characterize, the offline handwriting character recognition problem is more difficult than online. With the great developments on the DL, many researchers try to tackle this problem by using DL based methods.

One of the first DL-based studies on handwriting character recognition is hand-written digit recognition published by Y. LeCun et al. [115]. They proposed a fully connected multilayer neural network called LeNet for hand-written digit recognition. In 1995, Bengio, LeCun et al. [116] introduce a new Artificial Neural Network (ANN) and Hidden Markov Model (HMM) based hybrid approach for online recognition of handwritten words. They used CNN for recognition and used HMM to tag every word with an error score. They globally trained an entire system to minimize word-level errors. The different HMM and ANN models were used by Espana-Boquera et al. [117] for recognizing unconstrained offline handwritten texts. For the handwritten Arabic character recognition task, Al Jawfi [5] designed a LeNet based network that consists of two stages. The first stage is to recognize the main shape of the character, and the second stage is to determinate the dots. Lamsa-at and Horata [43] compared the recognition ability of Deep-Learning Feedforward-Backpropagation Neural Network (DFBNN) and Extreme Learning Machine (ELM) on three different data sets of the handwritten character.

They compared the classifiers in two categories: non-extracted and extracted features according to Histograms of Oriented Gradients (HOG). They reported that features extracted by HOG can improve recognition rates of both DFBNN and ELM. According to the obtained results, DFBNN provided higher recognition rates than ELM. Yin et al. [118] presented a paper to define the tasks, methods, and results of the Chinese handwriting recognition competition held at the 12th International ICDAR13. They reported that ten groups joined with 27 systems for achieving five tasks: classification on extracted feature data (Task 1), offline isolated character recognition (Task 2), online isolated character recognition (Task 3), offline handwritten text recognition (Task 4), and online handwritten text recognition (Task 5). In 2014 Szal et al. [119] proposed a DBN based DL architecture to overcome Bangla handwritten character recognition. They applied the algorithm in two stages: supervised and unsupervised. They tested the algorithm on the dataset of Bangla numerals and other basic characters collected from the Indian Statistical Institute. As a result, they reported that the DBN approach can achieve a higher recognition rate even though no handcrafted feature was used. Pham, Doetsch and their colleagues used RNN to overcome the problems of offline handwriting recognition. Pham et al. [120] used LSTMs on three different handwriting datasets which contain French, English and Arabic text. They used the dropout technique with LSTM and reported that the performance of the word recognition networks could be improved if dropout is applied at multiple LSTM layers. Doetsch et al. [121] introduced a trainable modification of the activation functions inside the gating units of an LSTM-RNN in offline handwriting recognition. They showed that the frame-wise recognition performance can be improved using the proposed gate scaling method.

In the literature, CNN is the more preferred than different types of DL architectures such as DBN, RNN, etc. for the hand-written character recognition tasks. In 2011, to improve handwritten character recognition error rates, Cireşan et al. [122] proposed a group of CNN classifiers for each error on various parts of the training set. They reported 0.27% error rates for seven deep CNNs trained with graphics cards, narrowing the gap to human performance. In 2012, Multi-column DNN (MCDNN) was the first to achieve human competitive performance on the famous MNIST handwritten digit recognition task. MCDNN was designed with combining several DNN columns by Cireşan et al. [30]. They also show how MCDNN further decreases the error rate by 30-40%.

In 2015, another study was published by Cireşan and Meier [123] for the character classification. In this study, they used the same MCDNN model in their previous paper for offline handwritten Chinese character classification. It was claimed that MCDNN could classify handwritten Chinese character dataset with almost human performance. CNN based handwritten Hangul recognition application was presented by Kim and Xie [45]. They also improved the training speed and recognition performance through GPU-based parallel processing and elastic distortion. They reported that the recognition rate on two public Hangul image databases, 95.26 % on SERI95a and 92.92 % on PE92. Zheng et al. [46] used CNN to train the recognition model of handwritten character images which are extracted from the original sunspot drawings. They tested the method on sunspot drawings provided by the Chinese Academy Yunnan Observatory. Wu et al. [15] proposed a hand-writing recognition method based on Relaxation CNN (R-CNN) and Alternately Trained Relaxation CNN (ATR-CNN). The difference between R-CNN and CNN is whether neurons within a feature map share the same convolutional kernel. In the traditional CNN, neurons share the same weight matrix, but in the R-CNN, neurons use different weight matrices. ATR-CNN was used for the training procedure because R-CNN increased the total number of parameters sharply. Chen et al. [124] designed a multi-supervised training model. The separately trained CNN models can be seen as different classifiers, though the training dataset is the same. Hence, they used the multi model voting method to decide for the final recognition result. They reported that the performed method was better than humans in handwritten digit (MNIST) and Chinese character (CASIA) recognition. A new training method to enhance Deep Convolutional Neural Networks (DCNN) in handwritten Chinese character recognition was proposed by Yang et al. [125]. For better performance, they used various types of domain knowledge, including deformation transformation, non-linear normalization, imaginary stroke maps, 8-directional feature maps, and path signature feature maps. They also used a new training method called DropSample for avoiding interference due to noisy samples. In 2017, Xiao et al. [44] proposed a new method for building fast and compact CNN model for large scale handwritten Chinese character recognition (HCCR). In the model, they used a Global Supervised Low-rank Expansion (GSLRE) method and an Adaptive Drop-weight (ADW) technique to solve the problems of speed and storage capacity. They claimed that compared with the state-of-the-art CNN model for HCCR, their model is

approximately 30 times faster, yet 10 times more cost-efficient. Huang et al. [126] designed the inception font network (IFN) model which composed of two additional CNN structure elements for Chinese font recognition (CFR). In the model, they used the DropRegion method which randomly removes several elastically sized regions from the characters instead of Dropout. By using DropRegion, they aimed at data augmentation, thus improved the generalized applicability of the CNN-based network model and prevented model overfitting. CNN based DL algorithms are widely used in other languages as much as Chinese for achieving handwritten character recognition tasks. Boufenar et al. [127] designed a new DCNN architecture for off-line handwritten Arabic character recognition. The architecture was built around the AlexNet CNN and uses the transfer learning paradigm with and without preprocessing step. The Genetic Algorithm (GA) assisted CNN model was used to cope with the Devanagari handwritten numeral recognition problem. In this hybrid model, Trivedi et al. [128] proposed to use the genetic algorithm on the training phase of CNN to cope with the expensive computational cost of training. They reported that the GA implementation improves the accuracy of CNN. Soomro et al. [129] published a comparative study of hand-written character recognition. They compared the two-state of art CNN architectures such as AlexNet and Google Net. The architectures were tested on Chars74K and local datasets, which include English hand-written characters. As a result, they reported that the GoogleNet architecture outperforms the Caffe

AlexNet architecture on varying test cases, on the application of handwritten character recognition. A combination of models of CNN and sequence to sequence (Seq2Seq) was used by Sueiras et al. [130] for offline hand-written Latin character recognition. They applied the CNN over a sequence of image patches obtained from the character image using a horizontal sliding window, and then they used the feature which obtained from CNN in the Seq2Seq network for character recognition.

2.4. Signature Verification

Signatures are the most commonly used biometric authentication technique for hundreds of years. The signatures have signed on paper with the pen for hundreds of years. Nowadays, with the development of technology, also online signature can be used via electronic devices such as tablets and computers. Therefore, today there are two types of signatures such as offline (static) and online (dynamic).

In offline signature verification, a signature that is used as input data for process is available on a document and it is scanned to obtain its digital image representation. The offline signature has very few features for classification. The online signature is signed by special hardware, such as a digitizing tablet or a pressure-sensitive pen, to record the pen movements during writing. Therefore, it has many features for classification process [28, 49, 131, 132]. Table 6 presents a comparison of common features for offline and online signatures [133–135].

Table 1 Comparison of common features for offline and online signatures

List of common features			
Offline Signatures		Online Signatures	
f1	Aspect Ratio	f1 -f13	All common features of offline signature
f2	Out Ratio	f14	Coordinate $x(t)$
f3	Vertical and Horizontal Center	f15	Coordinate $y(t)$
f4	Base line shift	f16	Pressure $p(t)$
f5	Moments Features	f17	Time stamp
f6	Vertical and Horizontal Projection Peaks	f18	Absolute position, $r(t) = \sqrt{x^2(t) - y^2(t)}$
f7	Number of Edge and Cross Points	f19	Velocity in $x, v_x(t)$
f8	Number of closed loops	f20	Velocity in $y, v_y(t)$
f9	Maximum Vertical and Horizontal Projection	f21	Absolute velocity, $v(t) = v_x^2(t) - v_y^2(t) $
f10	Grid Features	f22	Velocity of $v(t), v_r(t)$
f11	Texture Features	f23	Acceleration in $x, a(t)$
f12	Height	f24	Acceleration in $y, a_y(t)$

f13	Width	f25	Absolute acceleration, $a(t) = a_x^2(t) - a_y^2(t) $
		f26	Pen down Time $P_d(t)$
		f27	Pen up Time $P_u(t)$

Signatures, which legally impose financial and moral liabilities, are an authentication technique that is still widely used today especially in legal documents, banking, and commercial transactions. Hence, signature verification/recognition is one of the most important fields for researchers. To tackle this problem, signature competitions which is named as SigComp2011 [136], 4NSigComp2012 [137] and SigWiComp2013 [138] were organized. In addition, many researchers presented [28, 32, 73, 139] the-state-of-the-art studies and surveys about signature verification and recognition systems. Researchers have tried to solve this problem by using algorithms such as Support Vector Machines (SVM), Dynamic Time Wrap (DTW), Principle Component Analysis (PCA), Fuzzy Systems Methods, Probabilistic Neural Network (PNN), Deep Multitask Metric Learning (DMML). In literature, the best results have been taken by DL algorithms. Along with the promising developments of DL, researchers have begun to develop new DL-based algorithms to address the signature verification and recognition.

In 2011, for offline signature recognition, Ribeiro et al. [6] proposed a two-step hybrid classifier system, the first, identifies the owners of the signatures while, the second, determine its authenticity. They compared performances of the fourteen-different feature extraction algorithms in the study. They also extracted a high-representation of the signature images through multi-layers in a deep hierarchical structure and pointed out that the DL algorithm will perform good success in this area together with the development of the GPU technology. In the literature, it has clearly seen that many researchers using multi-model algorithms that are composed of Writer-Independent (WI) and Writer-Dependent (WD) for signature verification/recognition [2, 35, 140, 141]. Zhang et al. [2] proposed a new Deep Convolutional Generative Adversarial Network (DCGANs) model for offline signature verification with multi-phase architecture which works together with a hybrid Writer-Independent-Writer-Dependent classifier. In the study, they reported that the method is promising, even though their system does not achieve performance close to the-state-of-the-art for GPDS, because it combines conveniences and robustness. Soleimani et al. [140] developed a Deep Multitask

Metric Learning (DMML) method for offline signature verification. In the method, they used the knowledge extracted from the similarities and dissimilarities between the genuine and forged samples of other classes for achieving better results. They used a mixed approach of WI and WD to obtain the knowledge data. As a result, they reported that DMML outperforms SVM and DDML whether WI or WD. Hafemann et al. [35] used CNN with WI and WD model for signature verification. In the model, they used the WI method for feature extraction in the learning phase and then used the WD method by using the extracted features for classification. They reported the method is promising and achieving performance close to the state-of-the-art. In another study, Hafemann et al. [141] compared two different CNN architecture that consists of AlexNet and VGG for increasing the success of signature verification. They used the architectures with different parameters (number of hidden, pooling and fully connected layers, filter size, number of stride and padding) for fine-tuning. They also compared these architectures with dropout and without dropout. As a result, they reported that the best performing models were the AlexNet architecture (with 8 trainable layers) and the AlexNetreduced (with 6 trainable layers) when using the features to training linear SVMs and SVMs with RBF kernel, respectively. They also reported that features learned in a writer-independent format can be very effective and writer-dependent classifiers trained with these features can perform very well even with the limited number of samples per user (e.g. 5 samples) and linear classifiers. In 2017 Hafemann et al. [142] presented different formulations based on the CNN model which was shown above by them, for learning representations for offline signature verification. They claimed that Equal Error Rate (EER) 1.72% have been obtained in the GPDS-160 dataset. Tayeb et al. [143] proposed a CNN based signature verification application. They tested the application on the SIGCOMP 2011 dataset and reported that the application was able to correctly detect the validity of the inputted signature approximately 83 percent.

In the literature, it is seen that almost all studies are about the offline signature verification by the CNN methods. Similarly, DL algorithms are more

successful on verification of online signatures, since online signatures have high and robust features. Thus, this field is promising study area for researchers. In 2018, Tolosana et al. [144] proposed multiple RNN systems for online handwritten signature verification. They used both Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) systems with a Siamese architecture. They reported the proposed recurrent Siamese networks have outperformed the state-of-the-art online signature verification systems.

We noticed that there is not comprehensive literature view about signatures verification and signatures recognition studies based on DL, although there are two papers introduced by Sanmorino, Hafemann and their teams. This proves the importance of review will contribute greatly to the researchers. In 2012, Sanmorino et al. [73] published a survey on handwriting signature verification in three main sections which composed of data acquisition method, preprocessing, and verification technique (Artificial neural networks-ANN, hidden Markov model- HMM, and support vector machine-SVM). Although the survey does not contain DL methods, they reported that ANN had the best performance and the easiest implementation. Another literature review paper on handwriting signature verification was published by Hafemann et al. [32] in 2017. This review consists of five sections such as problem statement, datasets, preprocessing, feature extraction and training model. In the training model section, they discussed performance of DL models in addition to ANN. As a result, they reported that in the future works on signature verification will continue increasingly and in particular learning representations from signature images by using DL methods will increase the performance.

In our opinion, signature verification studies will gain more importance in the future together with the serious development of DL technologies. DL methods will show especially out performs on feature extraction and data augmentation parts. So, this will make better performance on signature verification and recognition.

2.5. Voice and Video Processing

DL has used frequently in video and audio processing areas as well as in many image processing areas. For this reason, DL was used in audio and video applications such as audio-visual voice activity detection, phonological features detection and classification, speaker emotion recognition, speech enhancement and recognition, noise separation,

human action recognition, emotion, expression, and object recognition in videos.

DL studies conducted in the field of audio processing are mostly studied in speech recognition applications. For achieving this process, it was seen that DL architectures which are mostly used are Recurrent Neural Network (RNN), Deep Denoising Autoencoders (DDAE), Deep Belief Networks (DBN). Wei et al. [145] built an articulatory model using hybrid deep neural networks (DNNs) and hidden Markov models (HMMs) methods to map both the acoustic and voicing features into articulatory spaces for Mandarin speech recognition. Tamura et al. [39] developed a DNN application for Audio-Visual Speech Recognition (AVSR) using deep bottleneck features and high-performance lipreading. They reported that the application achieved 73.66% lipreading accuracy and 90% AVSR accuracy on average in noisy environments. In another study, Wu et al. [146] used DNN for speech enhancement and speech recognition. They adopted two techniques, namely DNN-based regression to enhance reverberant and noisy speech, followed by DNN-based multi-condition training for recognition. Becerra et al. [37] introduced two new variations of the frame-level cost function for training a DNN in order to achieve better speech recognition. Due to the profound differences between acoustic characteristics of neutral and whispered speech, the performance of traditional automatic Speech Recognition (ASR) systems trained on neutral speech degrades significantly when the whisper is applied. To tackle this problem, Grozdić et al. [38] proposed the new system based on Deep Denoising Autoencoders (DDAE). Speech enhancement is one of the most important preprocessing step. Therefore, many researchers [147, 146, 148] work on speech enhancement applications to enhance the background noise and interfering speech in a speaker dependent. Another challenging task in audio processing based on DL is Speech Emotion Recognition (SER). Fayek, Manneppall and their teams [149, 150] proposed to the DL methods to overcome this challenging task. Fayek et al. [149] focused on a frame-based formulation for SER, aiming to achieve a system with a simple pipeline and low latency by modeling intra-utterance emotion dynamics. They proposed the SER system to empirically explore feed-forward and RNN architectures and their variants. Manneppall et al. [150] developed a new novel algorithm, called Adaptive Fractional DBN (AFDBN) for robust SER. They claimed that the proposed AFDBN achieved the higher accuracy as 99.17% and 97.74% on Berlin and Telugu database which ensured better emotion

recognition performance. Zhang et al. [151] proposed a DL framework to extract and recognize emotional information from respiration (RSP) signals. The DL framework includes a sparse auto-encoder (SAE) to extract emotion-related features and two logistic regression with one for arousal classification and the other for valence classification. Bhowmik et al. [152] designed deep-structured models which are pre-trained by stacked autoencoder for detection and classification of the phonological feature of Bengali continuous speech. Another DL based speech classification study proposed by Deng et al. [153]. Achanta and Gangashetty [154] compared deep Elman RNN (ERNN) against deep gated RNNs for statistical parametric speech synthesis (SPSS). They claimed that Deep Elman RNNs are better suited for acoustic modeling in SPSS when compared to DNNs and perform competitively to deep SLSTMs, GRUs, and LSTMs. They remained Elman RNN based duration model is better than the DNN based counterpart. Ariav et al. [155] performed a deep architecture based on RNN for audio-visual voice activity detection.

Video processing has been in the center of computer vision community for a long time. Therefore, video processing is one of the most challenging area for researchers. In this area, there are many important problems as object recognition, face recognition, emotion recognition, and action recognition in video. Learning by deep CNNs has shown outstanding effectiveness in a variety of image-based classification tasks. Deep CNNs have also begun to be used to tackle video problems, along with the understanding that the computational efficiency of CNNs can be used in real-time applications. Object recognition is one of the most studied areas in the literature. Roman et al. [1] proposed a general DL framework for real-time object recognition in egocentric videos guided by visual salience to help grasping actions for neuro-prostheses. They reported that computational time at generalization is lower than a time of visual fixation. CNN knowledge transfer framework was described by Xin et al. [7] for underwater object recognition. The developed system can work for real-time live object recognition from underwater videos. They reported that discriminative features can be extracted from relatively low contrast images via the system. For security, detection of a hazardous substance as a bomb, gun, knife etc. is crucial problem. Real time live object recognition from videos is also very important for security. To tackle this problem, Olmos et al. [156] presented a novel automatic pistol detection system in videos appropriate for both, surveillance and control purposes. They pointed out that the most promising

results have been obtained with Faster R-CNN based model which has a VGG-16 classifier. It is seen that face and emotion recognition are commonly studied in other areas for object recognition from video. It is seen that face recognition and emotion recognition are other challenging tasks in object recognition from video. CNN based Face Recognition (FR) from the video which has only a single sample (i.e., still ROI) per person (SSPP) is proposed by Parchami et al. [157]. The developed Canonical Face Representation CNN (CFR-CNN) method is based on a deep supervised autoencoder that can represent the divergence between the source (still ROI) and target (video ROI) domains encountered in still-to-video FR. Rao et al. [158] proposed a local temporal representation for video face recognition by combining the CNN feature with recurrent layers with locality constraints to make better use of temporal information. They presented a new attention-aware deep reinforcement learning (ADRL) method for video face recognition. Another face recognition study based on DL for spoof face detection published by Akbulut et al. [159]. They used two different DL models, namely (Local Receptive Field) LRF-ELM and CNN. The LRF-ELM model contains a convolution layer, a pooling layer, and a fully connected layer. They reported that the LRF-ELM method yielded better results against CNN. Studies of DL based emotion recognition from the video is presented by many researchers. A multimodal approach for video-based emotion recognition in the wild was proposed by Kaya et al. [4], DL framework for achieving emotion recognition from low bit rate video was published by Cheng et al. [160], in another study Gupta et al. [161] presented an architecture based on DL for expression recognition in videos, which are invariant to local scaling. Classification of human actions is very challenging and important in many video-based applications. The challenge in human action analysis is to properly characterize spatial-temporal information and facilitate subsequent comparison/recognition tasks. To address this problem, some approaches would use the body movements for building various action syntactic primitives to represent and recognize actions. The ConvNets largely promoted the development of action recognition in video. A new deeper two-stream ConvNets for action recognition was proposed by Han et al. [162]. Another ConvNets based video classification was proposed to recognize human actions based on motion sequence information in RGB-D video using DL by Ijjina and Chalavadi [163]. Alghyaline et al. [18] proposed a novel video representation to improve human action recognition

based on symmelets, IDT and DL. Parisi et al. [164] introduce a deep neural architecture for the lifelong learning of the body. The architecture consists of a series of hierarchically arranged self-organizing neural networks for learning action representations from pose–motion features. Ma et al. [165] proposed Region-sequence based six-stream CNN features for fine-grained human action recognition in videos. In the method, they divided the human body into six regions and used six-stream CNN for human action recognition. Herath et al. [82] provide a detailed review study that also includes the impact of Deep-nets on human action recognition over the past decade. The human targets need to be localized first before actual analysis is conducted to analyze her/his behavior or activities. For this reason, a novel deep multi-channel residual networks-based metric learning method is introduced for the first time to realize moving human localization in video surveillance by Huang et al. [166]. Video compressive sensing (CS) aims at increasing the temporal resolution of a sensor. In another study, Iliadis et al. [167] present the first deep learning architecture for temporal video CS reconstruction approach, based on fully connected neural networks, which learns to map directly temporal CS measurements to video frames. Li and Wang [12] proposed a novel deep residual CNN to predict a high-resolution image using multiple motion-compensated observations. In the study, they used an optical flow algorithm for motion estimation and motion compensation.

2.6. Medical Image Processing

In recent years, the developments of deep learning algorithms have had a major impact on medical image analysis studies. Using the DL algorithms on medical images, very successful results have been obtained in the fields such as classification, object detection, segmentation, registration, and retrieval. Object classification which is usually focused on the classification of a small (previously identified) part of the medical image into two or more classes is not enough for accurate classification. In the literature, we have seen that many researchers have used multi-model CNN architectures to tackle this problem. For skin lesion classification, Kawahara and Hamarneh [16] presented a novel CNN architecture that is composed of multiple tracts, which is each tract analyzes the image at a different resolution simultaneously. For skin lesion classification designed to learn based on information from multiple image resolutions while leveraging pre-trained CNNs. While traditional CNNs are generally trained on a

single resolution image. Setio et al. [14], presented a CAD system for pulmonary nodule detection in CT scans based on multi-view CNNs. They showed that ConvNets-CAD is highly suited to be used as a decision aid in a lung cancer screening scenario by promising results and low computation time make. Mohsen et al. [168] used a Deep Neural Network classifier for classifying brain MRIs into 4 classes e.g. normal, glioblastoma, sarcoma, and metastatic bronchogenic carcinoma tumors. The classifier was combined with the discrete wavelet transform (DWT), the powerful feature extraction tool, and principal components analysis (PCA). According to the results, the performance of the classifier was high. Gao et al. [169] proposed a fused CNN architecture to featuring both automatic and selective DL networks for the classification of echocardiography videos of eight viewpoint classes. They point out that CNN architecture of two-strand networks performs the best with classification results up to 92.1% of accuracy.

The detection of objects of interest or lesions in medical images is a key part of diagnosis and is one of the most labor-intensive for clinicians. So, this is a very popular research area in the literature. Kooi et al. [170] provided a head-to-head comparison between the latest technology in the mammography CAD system and the CNN to obtain a system that can read mammography independently. As a result, they showed that the CNN model trained on a large data set of mammographic lesions outperforms. Another efficient DL model was developed by Saha et al. [171] for mitosis detection using breast histopathology images. Wang and Yang [172] developed a context-sensitive deep neural network (DNN), aimed to take into account both the local image features of a microcalcification (MC) and its surrounding tissue background, for MC detection in mammograms. As a result, they claimed that the proposed approach could achieve significantly higher FROC curves when compared to two MC-based detectors. The earliest sign of diabetic retinopathy (DR) which is one of the leading causes of preventable blindness in the world is red lesions. Orlando et al. [173] proposed a novel method for red lesion detection based on combining both deep learned and domain knowledge. In the study, they have used CNN to learn features and then augmented by incorporating hand-crafted features. Finally, they used a random forest classifier to identify true lesion candidates.

Segmentation studies on such as brain tumors, vessels, sclerosis lesion are so important tasks in medical image processing. Thus, one of the most studied fields on the medical image is segmentation. In most of the study about medical segmentation, it was used CNNs. Havaei et al. [174] presented a fully

automatic brain tumor segmentation method based on Deep Neural Networks (DNNs) which are tailored to glioblastomas (both low and high grade) pictured in MR images. The CNN exploits both local features as well as more global contextual features simultaneously, and also uses a final layer that is a convolutional implementation of a fully connected layer which allows a 40-fold speed up. Pereira et al. [8] proposed an automatic segmentation method based on CNN to augment the efficiency of brain tumor segmentation in MRI images. The study has been validated in the Brain Tumor Segmentation Challenge 2013 database (BRATS 2013), and has also been second in BRATS 2015. Işın et al. [29] presented a review article containing more detailed studies on brain tumor segmentation using DL models up to 2015. Milletari et al. [33] proposed Hough-CNN that is a novel segmentation approach based on a voting strategy for the segmentation of deep brain regions in MRI and ultrasound. In the study, 3D CNN which is based on the Caffe framework is compared to the more common 2D convolution, as well as to a recent 2.5D approach. They claimed that Hough-CNN delivers results outperforms to methods based on voxel-wise, semantic classification. Hussain et al. [175] proposed, five types of nexus architectures are proposed namely: linear, two-path, two-path linear, inception, and inception linear for segmentation of glioma tumors in brain. In the study, a patch-based approach along with an inception module is used for training the deep network by extracting two co-centric patches of different sizes from the input images. The newest study that has been built upon the DL model about brain tumor segmentation up to now was developed by integrating Fully CNN (FCNNs) and Conditional Random Fields (CRFs) in a unified framework to obtain segmentation results with the appearance and spatial consistency. The model which was developed Zhao et al. developed a model [176] to evaluate the image dataset provided by the Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Challenge (BRATS) 2013, BRATS 2015, and BRATS 2016. Apart from brain tumor segmentation, vessel segmentation and sclerosis lesion segmentation studies are also common in the field of medical imaging. Valverde et al. [177] present a novel automated method based on a cascade of two 3D patch-wise CNN for White Matter (WM) lesion segmentation of Multiple Sclerosis (MS) patient images. Birenbaum and Greenspan [178] proposed a CNN based method for multiple sclerosis lesion segmentation. They used longitudinal data to improve segmentation accuracy significantly. Nasr-Esfahani et al. [23] proposed the DL method using CNN for detecting vessel regions in angiography

images. Barkana et al. [179] have evaluated the performance of descriptive statistical features in retinal vessel segmentation by using fuzzy logic, an artificial neural network classifier (ANN), a support vector machine (SVM), and classifier fusion. We figured out that there is not so many studies about retinal vessel segmentation by using DL methods in the literature.

Image registration is the process of geometrically align two images or the process of overlaying images (two or more) of the same scene taken at different times, from different viewpoints, and/or by sensors [74]. Registration is very important for medical image analysis as well as for other image processing areas. Miao et al. [180] present a CNN regression approach which is used on the appearances of the digitally reconstructed radiograph and X-ray images to tackle slow computation and small capture range which are the two major limitations of existing intensity-based 2-D/3-D registration technology. Yang et al. [181] proposed a deep regression model to predict 3D deformation parameters using the MR image in a time-efficient manner. Jia et al. [182] proposed a registration-based coarse segmentation to the pre-processed prostate MRI images to get the potential boundary region by using DNN which is based on a VGG-19 network model.

It is seen that medical image processing fields such as image retrieval, generation, and enhancement are also studied frequently. For medical images, using with and without class predictions, content-based image retrieval approach proposed by Qayyum et al. [183]. In another study, parallel deep solutions for image retrieval from imbalanced medical imaging archives were proposed by Khatami et al. [20]. For medical image analytics, a comprehensive review which also includes DL models was published for large-scale retrieval by Li et al. [67].

In the literature, it is seen that DL algorithms have a wide usage area in medical image processing. In addition to the topics mentioned above, cancer, protein subcellular localization, and toxicity prediction topics are also studied. In literature, multi-deep learning models are used to make a robust cancer prediction. Yuan et al. [184] introduced a regularized ensemble framework of DL to address the imbalanced, multi-class learning problems for cancer detection. They have claimed that their method improved the maximum accuracy by 24.7%. Xiao et al. [185] proposed a DL-based ensemble method for cancer prediction. The proposed method was tested on three public RNA-seq dataset of three kinds of cancers, Lung Adenocarcinoma, Stomach Adenocarcinoma, and Breast Invasive Carcinoma. In

another study, Chougrad et al. [186] proposed to increase the success of mammography mass lesion classification by fine-tuning CNN methods that have been studied previously. The identification of interactions between compounds and proteins plays an important role in network pharmacology and drug discovery. Hence recently many researchers study to predict protein-protein interaction. In literature, a lot of studies based on DL about this area have been achieved by proving the advantages of DL techniques [187]–[191]. A comprehensive study of recent applications of DL in drug discovery research published by Chen et al. [87]. In the study, they introduced some popular DL architectures and discussed the future development of DL in drug discovery. Some products and medicines such as food additives, cleaning and cosmetic contain toxic substances. The prediction of the toxicity of chemical compounds is an important problem to solve. Therefore, there are many studies on toxicity prediction. Even a challenge named Toxicology in the 21st Century (Tox21) <https://tripod.nih.gov/tox21/challenge/> held every year to solve this problem. Unterthiner et al. [192] proposed a DL based method to learn automatically features resembling well-established toxicophores. There are various studies introduced in Tox21 by using DL for toxic prediction [11, 193, 194].

Consequently, there are more comprehensive studies on DL algorithms used in medical image processing field. Litjens et al. [66] published a survey on DL in medical image analysis and another survey about DL in medical image analysis was introduced by Shen et al. [68].

2.7. Big Data

Recently, together with the social network systems, sensor networks, and communication technologies, have made great progress which makes it possible to the collection of big data [195]. Big data is defined as a 3V model, which is described as high volume, high speed and high diversity [196]. In the following years, the 4V model was introduced by adding high value. This model can be even extended to 5V (L. Kuang) if the concept of Veracity is incorporated into the big data definition [70, 197], [198]. For big data analyzing, deep learning models can be examined in four aspects as DL models for huge amounts of data, DL models for heterogeneous data, DL models for real-time data and DL models for low-quality data. First and foremost, big data includes so many samples for analysis and so, it poses a big challenge on DL models. In order to extract features and classification

of big data, some large-scale DL models which have a few hidden layer and billions of parameters and parallel DL algorithms have been developed.

Deng et al. [153] presented DSN to cope with the problem of parallelizing learning algorithms for DL architectures. Hutchinson et al. [199] presented CPU clusters to improve the training efficiency of DSN and use an efficient and scalable parallel implementation. A Tensor DSN (T-DSN) that is a software framework called DistBelief was developed by Dean et al. to overcome the problem of training a deep network which uses tens of thousands of CPU cores with billions of parameters [200]. Therefore, it is very suitable to learn big data feature learning since DistBelief is able to scale up over many computers [201]. NVIDIA's large-scale DL models with 16 GPU servers are another impressive DL system for huge amounts of data analyzing. The system is able to train 1 billion parameter networks on just 3 machines in a couple of days, and it can scale to networks with over 11 billion parameters using just 16 machines [202]. There are also FPGA based solutions for large scale DL. In order to improve the performance of large scale DL models as well as to maintain the low power cost, it was designed the DL accelerator unit (DLAU), which is a scalable accelerator architecture for large-scale DL networks using field-programmable gate array (FPGA) [203]. Another FPGA model was developed to improve the performance of large scale DL models by Wang et al. [174].

One of the biggest problems in large data analysis is the data format differences. The data can be in different formats such as image, sound, raw data, MR, and X-Ray. For example, in data mining of social media such as Twitter and Flickr etc., the data may contain texts, images, audio, and videos. Similarly, various multi-modal information such as X-ray, CT, MRI, PET, SPECT, and fMRI etc. is collected in medical analysis. These kinds of heterogeneous data have so many complexities in data analysis. To overcome these problems, the multi-model DL model has been developed in literature. For example, a Deep Boltzmann Machine Model (DRBM) is developed for learning a generative model of data that consists of multiple and diverse input modalities by Ngiam et al. They used the DL model for audio-video objects feature learning [204]. Another multi-modal Restricted Boltzmann Machines (RBM) model was developed by Srivastava and Salakhutdinov [205]. In this model, they obtained a joint representation from the two given modalities that are image and text. Ouyang et al. built a multi-source deep model to extract non-linear representation from the score, appearance mixture type and deformation which are

three important information sources for human pose estimation. With the deep model, they extracted high-order human body articulation patterns [34]. To reach this goal, Zhao et al. [206] proposed a novel framework which is composed of two modules: multi-modal deep neural network, and feature selection with sparse group LASSO. Wang et al. [25] first construct deep CNN layers for color and depth separately, which are then connected with a designed multi-modal learning framework for RGB-D object recognition. Zhang et al. [207] proposed a deep computation model for feature learning on big data, which uses a tensor to model the complex correlations of heterogeneous data.

Even though today's technologies have accelerated DL algorithms, their classification performance is not good enough. Therefore, features extraction and representations for big data are difficult for traditional DL models in real-time classification problem. In recent years, for high-velocity data feature extraction, many incremental learning methods have presented. Wan and Banta [208] developed online training algorithm for neural networks, called parameter incremental learning (PIL) algorithm with high speed and accuracy. Zhao et al. [209] proposed a novel real-time and semi-supervised DL framework that integrates the strengths of computational epidemiology and social media mining techniques. Their aim was to learn the social media users' health states and intervention actions in real-time, which are regularized by the underlying disease model and contact network. Yu et al. [210] presented real-time (online) novel offline and online three-dimensional (3D) DL integration framework by leveraging the 3D fully convolutional network (3D-FCN) for automated polyp detection. Many researchers proposed an incremental learning method based on the structural modification to tackle real-time big data analytics overtime problem. Zhou et al. [211] proposed an incremental feature extraction algorithm to determine the optimal model complexity for large-scale online dataset based on the denoising auto encoder. The performed algorithm is effective in recognizing new patterns when the data distribution changes over time in the massive online data stream.

Low-quality, noisy and lack of data are other challenges in big data analytics. These challenges make so difficult to extract features and representations from big data by DL models. In literature, some studies used DL models on corrupted and noisy data. Vincent et al. [212] introduced a new training principle for unsupervised learning, which learns the representations with the partial corruption of the input pattern. In another study, they also

proposed an original strategy for building deep networks, based on stacking layers of denoising autoencoders which are trained locally to denoise corrupted versions of their inputs [213]. Wang and Tao [214] developed a (stacked) non-local auto-encoder, which exploits self-similar information in natural images for stability. In the study, they proposed that similar inputs should induce similar network propagation.

Big data analytics require new and sophisticated algorithms based on machine and DL techniques to process data in real-time with high accuracy and efficiency. In recent years, DL algorithms seem to fill this gap. Jan et al. [215] showed that DL techniques can be built by introducing a number of methods in combination with supervised and unsupervised training techniques for processing huge amount of data with the different number of neurons and hidden layers. Kiral-Kornek et al. [13] presented a seizure prediction system that is accurate, fully automated, patient-specific, and tunable for an individual's needs by using intracranial electroencephalography (iEEG) data. Qi et al. [216] proposed a fault-diagnosis system using machine-learning techniques to data analysis and fault diagnosis for the reciprocating compressors. They used the support vector machine (SVM) for recognizing and classifying. With the development of sensors and Internet of Things (IOT) technologies, there is an increasing need for big data analytics. For this reason, DL provides advanced analytics tools for processing and analyzing big data. In this section, we highlighted the success of DL methods on big data analytics and tried to draw attention to commonly used DL algorithms for big data analytics and discussed applications. In the study, we focused on advantages, methods and future studies about DL overall research areas. Hence, we did not much emphasis on mathematical details and theories of studies which are done with DL methods for big data analytics. In literature, there are deeper studies on DL algorithms used in big data analytics [71, 201, 207, 215]. Zhang et al. [71] presented a paper to point out the remaining challenges of big data analysis by using DL and discuss future topics about the emerging researches of DL models for big data feature learning.

3. SUGGESTIONS ON DEEP LEARNING (*DERİN ÖĞRENME ÖNERİLERİ*)

In this section, some popular subjects are proposed for researchers who want to study in DL. Many topics are identified in the direction of the information obtained from more than 230 articles in many research

areas and investigated from medical image processing to the signature verification. According to the reviewed papers, DL methods may produce more successful results than the other methods applied to the topics described in this paper.

Fault-diagnosis systems for reciprocating compressors have studied with different approaches as SVM [216–221]. But there are no many DL based studies for these systems. Qi et al. [216] proposed a fault-diagnosis system using SVM to data analysis and fault diagnosis for reciprocating compressors. DL approaches in such data analysis and classification processes will be more brittle. Some studies have done using the DL approach supports us [220], [222].

Although DL approaches have been widely used in many Medical Image Processing and achieved successful results [8, 13, 14, 16, 20, 66, 170, 171, 176, 180, 183, 223], it seems that they have not been used much in vessel segmentation yet. In literature, we observed that there are only a few studies to determine the eye vessels [224–226]. We believe that the DL models can obtain the successful results in vessel segmentation as it is in other medical fields.

Ariav et al. [155] first suggested that bidirectional RNNs may be used to exploit the temporal context from future frames, and long short-term memory (LSTM) networks may facilitate learning even longer-term dependencies between inputs. Second, it should be performed a fine-tuning of the entire network from end to end in a supervised manner, while simultaneously updating the weights of the auto-encoder and the RNN via backpropagation. According to obtained results, the proposed models can use for future works in DL [155].

DL approaches have achieved considerable success in face recognition systems as well as in many other areas. However, determining the vitality of the faces is as important as the face recognition in security [227–232]. Hence, it should be used the DL algorithms in spoof face detection method to determine both the identity and liveness of the face.

Although on-road obstacle detection and classification is one of the key tasks for self-driving vehicles, we noticed that the performance of studies is not high for the Indian road scenario [36, 91–93]. Another important task for autonomous car is collision prediction [24, 94, 95, 110]. However, there is no remarkable study in the literature. For this reason, we suppose that studies to overcome self-driving and collision prediction problems will be important in the future.

In literature, handwriting character recognition studies are widespread. In last decades, DL approaches are commonly used in handwriting

recognition applications in last decades [5, 10, 15, 43–46, 127, 117, 119, 122–125, 129]. There are at least 3,866 languages using an established spelling system in the world [233]. For this reason, it is concluded that DL algorithms can be applied to many different writing languages for handwriting character recognition in this review.

Signature recognition and verification is a promising area which must be addressed for researchers. Despite some studies on offline signature verification, there is not satisfied solution yet in literature [2, 28, 32, 35, 133, 136, 138–142, 234]. Therefore, signature verification is still one of the most challenging areas. It is recommended to researchers that the performance of the DL algorithms on signature verification can be increased by using feature extraction and augmentation methods. In literature, almost all studies on signature are about offline signature verification and most of them are based on CNN method. DL algorithms can be more successful in verification of online signatures since online signatures have high and robust features. Hence, online signature verification by DL models may be an important research area in the future.

4. CONCLUSION

In this study, we reviewed the deep learning studies related to popular seven research areas: Autonomous Vehicles, Natural Language Processing, Handwritten Character Recognition, Signature Verification, Voice and Video Recognition, Medical Image Processing, and Big Data. This review also determined the most challenging issues that can be studied with DL in these fields. Furthermore, we have pointed out the remaining challenges in these research areas that could be solved by using DL to help the researchers. Finally, we have presented the promising research topics which are unresolved yet.

The success of deep learning methods is increasing with new techniques developed. Nowadays, DL achieves better success than humans in many areas such as object recognition. It is anticipated that this success will be achieved in areas such as autonomous vehicles, medical image processing, and character recognition. DL methods can obtain promising results in solving problems such as obstacle detection and collision prediction. Big data analysis is another promising area where high success can be achieved by DL.

REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] P. P. de San Roman, J. Benois-Pineau, J.-P. Domenger, F. Paquet, D. Cataert, and A. de Ruyg, "Saliency Driven Object recognition in egocentric videos with deep CNN: toward application in assistance to Neuroprostheses," *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 164, pp. 82–91, 2017.
- [2] Z. Zhang, X. Liu, and Y. Cui, "Multi-phase Offline Signature Verification System Using Deep Convolutional Generative Adversarial Networks," in *2016 9th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, 2016, vol. 2, pp. 103–107.
- [3] J. Maria, J. Amaro, G. Falcao, and L. A. Alexandre, "Stacked Autoencoders Using Low-Power Accelerated Architectures for Object Recognition in Autonomous Systems," *Neural Process. Lett.*, vol. 43, no. 2, pp. 445–458, 2016.
- [4] H. Kaya, F. Gürpınar, and A. A. Salah, "Video-based emotion recognition in the wild using deep transfer learning and score fusion," *Image Vis. Comput.*, vol. 65, pp. 66–75, 2017.
- [5] R. Al-Jawfi, "Handwriting Arabic character recognition LeNet using neural network.," *Int. Arab J. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 304–309, 2009.
- [6] B. Ribeiro, I. Gonçalves, S. Santos, and A. Kovacec, "Deep learning networks for off-line handwritten signature recognition," in *Iberoamerican Congress on Pattern Recognition*, 2011, pp. 523–532.
- [7] X. Sun *et al.*, "Transferring deep knowledge for object recognition in Low-quality underwater videos," *Neurocomputing*, vol. 275, pp. 897–908, 2018.
- [8] S. Pereira, A. Pinto, V. Alves, and C. A. Silva, "Brain tumor segmentation using convolutional neural networks in MRI images," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 35, no. 5, pp. 1240–1251, 2016.
- [9] M. Ribeiro, A. E. Lazzaretti, and H. S. Lopes, "A study of deep convolutional auto-encoders for anomaly detection in videos," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 105, pp. 13–22, 2018.
- [10] M. Al-Ayyoub, A. Nuseir, K. Alsmearat, Y. Jararweh, and B. Gupta, "Deep learning for Arabic NLP: A survey," *J. Comput. Sci.*, 2017.
- [11] A. Mayr, G. Klambauer, T. Unterthiner, and S. Hochreiter, "DeepTox: Toxicity Prediction using Deep Learning," *Front. Environ. Sci.*, vol. 3, p. 80, 2016.
- [12] D. Li and Z. Wang, "Video Superresolution via Motion Compensation and Deep Residual Learning," *IEEE Trans. Comput. Imaging*, vol. 3, no. 4, pp. 749–762, 2017.
- [13] I. Kiral-Kornek *et al.*, "Epileptic Seizure Prediction Using Big Data and Deep Learning: Toward a Mobile System," *EBioMedicine*, 2017.
- [14] A. A. A. Setio *et al.*, "Pulmonary Nodule Detection in CT Images: False Positive Reduction Using Multi-View Convolutional Networks," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 35, no. 5, pp. 1160–1169, May 2016.
- [15] C. Wu, W. Fan, Y. He, J. Sun, and S. Naoi, "Handwritten Character Recognition by Alternately Trained Relaxation Convolutional Neural Network," in *2014 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2014, pp. 291–296.
- [16] J. Kawahara and G. Hamarneh, "Multi-resolution-Tract CNN with Hybrid Pretrained and Skin-Lesion Trained Layers," in *Machine Learning in Medical Imaging*, 2016, pp. 164–171.
- [17] X. Song, T. Rui, S. Zhang, J. Fei, and X. Wang, "A road segmentation method based on the deep auto-encoder with supervised learning," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 68, pp. 381–388, 2018.
- [18] S. Alghyaline, J. W. Hsieh, and C. H. Chuang, "Video action classification using symmelets and deep learning," in *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2017, pp. 414–419.
- [19] E. Cambria and B. White, "Jumping NLP Curves: A Review of Natural Language Processing Research [Review Article]," *IEEE Comput. Intell. Mag.*, vol. 9, no. 2, pp. 48–57, May 2014.
- [20] A. Khatami, M. Babaie, A. Khosravi, H. R. Tizhoosh, and S. Nahavandi, "Parallel deep

- solutions for image retrieval from imbalanced medical imaging archives,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 63, pp. 197–205, 2018.
- [21] R. Socher, “Recursive deep learning for natural language processing and computer vision,” Citeseer, 2014.
- [22] M. Al-Qizwini, I. Barjasteh, H. Al-Qassab, and H. Radha, “Deep learning algorithm for autonomous driving using GoogLeNet,” in *2017 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017, pp. 89–96.
- [23] E. Nasr-Esfahani *et al.*, “Segmentation of vessels in angiograms using convolutional neural networks,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 40, pp. 240–251, 2018.
- [24] S. Ramos, S. Gehrig, P. Pinggera, U. Franke, and C. Rother, “Detecting unexpected obstacles for self-driving cars: Fusing deep learning and geometric modeling,” in *2017 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017, pp. 1025–1032.
- [25] A. Wang, J. Lu, J. Cai, T. J. Cham, and G. Wang, “Large-Margin Multi-Modal Deep Learning for RGB-D Object Recognition,” *IEEE Trans. Multimed.*, vol. 17, no. 11, pp. 1887–1898, 2015.
- [26] A. Uçar, Y. Demir, and C. Güzeliş, “Moving towards in object recognition with deep learning for autonomous driving applications,” in *2016 International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA)*, 2016, pp. 1–5.
- [27] X. Zhang, X. Li, J. An, L. Gao, B. Hou, and C. Li, “Natural language description of remote sensing images based on deep learning,” in *2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2017, pp. 4798–4801.
- [28] I. Abroug and N. E. Ben Amara, “Off-line signature verification systems: Recent advances,” in *International Image Processing, Applications and Systems Conference*, 2014, pp. 1–6.
- [29] A. Işın, C. Direkoğlu, and M. Şah, “Review of MRI-based Brain Tumor Image Segmentation Using Deep Learning Methods,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 102, pp. 317–324, 2016.
- [30] D. Ciregan, U. Meier, and J. Schmidhuber, “Multi-column deep neural networks for image classification,” in *2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2012, pp. 3642–3649.
- [31] F. I. Vancea, A. D. Costea, and S. Nedevschi, “Vehicle taillight detection and tracking using deep learning and thresholding for candidate generation,” in *2017 13th IEEE International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP)*, 2017, pp. 267–272.
- [32] L. G. Hafemann, R. Sabourin, and L. S. Oliveira, “Offline handwritten signature verification #x2014; Literature review,” in *2017 Seventh International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA)*, 2017, pp. 1–8.
- [33] F. Milletari *et al.*, “Hough-CNN: Deep learning for segmentation of deep brain regions in MRI and ultrasound,” *Comput. Vis. Image Underst.*, vol. 164, pp. 92–102, 2017.
- [34] W. Ouyang, X. Chu, and X. Wang, “Multi-source Deep Learning for Human Pose Estimation,” in *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 2337–2344.
- [35] L. G. Hafemann, R. Sabourin, and L. S. Oliveira, “Writer-independent feature learning for Offline Signature Verification using Deep Convolutional Neural Networks,” in *2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2016, pp. 2576–2583.
- [36] G. Prabhakar, B. Kailath, S. Natarajan, and R. Kumar, “Obstacle detection and classification using deep learning for tracking in high-speed autonomous driving,” in *2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSymp)*, 2017, pp. 1–6.
- [37] A. Becerra, J. I. de la Rosa, E. González, A. D. Pedroza, J. M. Martínez, and N. I. Escalante, “Speech recognition using deep neural networks trained with non-uniform frame-level cost functions,” in *2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)*, 2017, pp. 1–6.
- [38] Đ. T. Grozdić, S. T. Jovičić, and M. Subotić, “Whispered speech recognition using deep denoising autoencoder,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 59, pp. 15–22, 2017.

- [39] S. Tamura *et al.*, “Audio-visual speech recognition using deep bottleneck features and high-performance lipreading,” in *2015 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA)*, 2015, pp. 575–582.
- [40] R. Sarikaya, G. E. Hinton, and A. Deoras, “Application of Deep Belief Networks for Natural Language Understanding,” *IEEE/ACM Trans. Audio, Speech, Lang. Process.*, vol. 22, no. 4, pp. 778–784, 2014.
- [41] R. Galinsky, A. Alekseev, and S. I. Nikolenko, “Improving neural network models for natural language processing in russian with synonyms,” in *2016 IEEE Artificial Intelligence and Natural Language Conference (AINL)*, 2016, pp. 1–7.
- [42] H. Zhuang, C. Wang, C. Li, Q. Wang, and X. Zhou, “Natural Language Processing Service Based on Stroke-Level Convolutional Networks for Chinese Text Classification,” in *2017 IEEE International Conference on Web Services (ICWS)*, 2017, pp. 404–411.
- [43] S. Iamsa-at and P. Horata, “Handwritten Character Recognition Using Histograms of Oriented Gradient Features in Deep Learning of Artificial Neural Network,” in *2013 International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS)*, 2013, pp. 1–5.
- [44] X. Xiao, L. Jin, Y. Yang, W. Yang, J. Sun, and T. Chang, “Building fast and compact convolutional neural networks for offline handwritten Chinese character recognition,” *Pattern Recognit.*, vol. 72, pp. 72–81, 2017.
- [45] I.-J. Kim and X. Xie, “Handwritten Hangul recognition using deep convolutional neural networks,” *Int. J. Doc. Anal. Recognit.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–13, Mar. 2015.
- [46] S. Zheng *et al.*, “Sunspot drawings handwritten character recognition method based on deep learning,” *New Astron.*, vol. 45, pp. 54–59, 2016.
- [47] H. Feng and C. C. Wah, “Online signature verification using a new extreme points warping technique,” *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 24, no. 16, pp. 2943–2951, 2003.
- [48] D. Bertolini, L. S. Oliveira, E. Justino, and R. Sabourin, “Reducing forgeries in writer-independent off-line signature verification through ensemble of classifiers,” *Pattern Recognit.*, vol. 43, no. 1, pp. 387–396, 2010.
- [49] G. Rigoll and A. Kosmala, “A systematic comparison between on-line and off-line methods for signature verification with hidden Markov models,” in *Proceedings. Fourteenth International Conference on Pattern Recognition (Cat. No.98EX170)*, 1998, vol. 2, pp. 1755–1757 vol.2.
- [50] P. Porwik, R. Doroz, and T. Orczyk, “Signatures verification based on PNN classifier optimised by PSO algorithm,” *Pattern Recognit.*, vol. 60, pp. 998–1014, 2016.
- [51] R. Kumar, J. D. Sharma, and B. Chanda, “Writer-independent off-line signature verification using surroundedness feature,” *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 33, no. 3, pp. 301–308, 2012.
- [52] W. S. McCulloch and W. Pitts, “A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity,” *Bull. Math. Biophys.*, vol. 5, no. 4, pp. 115–133, 1943.
- [53] G. E. Hinton, S. Osindero, and Y.-W. Teh, “A fast learning algorithm for deep belief nets,” *Neural Comput.*, vol. 18, no. 7, pp. 1527–1554, 2006.
- [54] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “Imagenet classification with deep convolutional neural networks,” in *Advances in neural information processing systems*, 2012, pp. 1097–1105.
- [55] Google, “TensorFlow.” [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org/>.
- [56] M. Abadi *et al.*, “Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems,” *arXiv Prepr. arXiv1603.04467*, 2016.
- [57] Facebook, “FAIR,” <https://research.fb.com/fair-open-sources-deep-learning-modules-for-torch/>.
- [58] C. Microsoft, “Computational Network Toolkit (CNTK),” 2016. [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/cognitive-toolkit/>.
- [59] D. S. Banerjee, K. Hamidouche, and D. K.

- Panda, "Re-Designing CNTK Deep Learning Framework on Modern GPU Enabled Clusters," in *2016 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*, 2016, pp. 144–151.
- [60] NVIDIA, "Caffe2 Deep Learning Framework," <https://developer.nvidia.com/caffe2>, 2017. .
- [61] Y. Jia *et al.*, "Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding," in *Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia*, 2014, pp. 675–678.
- [62] S. Shi, Q. Wang, P. Xu, and X. Chu, "Benchmarking State-of-the-Art Deep Learning Software Tools," in *2016 7th International Conference on Cloud Computing and Big Data (CCBD)*, 2016, pp. 99–104.
- [63] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," *Nature*, vol. 521, no. 7553, p. 436, 2015.
- [64] S. Min, B. Lee, and S. Yoon, "Deep learning in bioinformatics," *Brief. Bioinform.*, vol. 18, no. 5, pp. 851–869, 2017.
- [65] V. N. Nguyen, R. Jenssen, and D. Roverso, "Automatic autonomous vision-based power line inspection: A review of current status and the potential role of deep learning," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 99, pp. 107–120, 2018.
- [66] G. Litjens *et al.*, "A survey on deep learning in medical image analysis," *Med. Image Anal.*, vol. 42, pp. 60–88, 2017.
- [67] Z. Li, X. Zhang, H. Müller, and S. Zhang, "Large-scale retrieval for medical image analytics: A comprehensive review," *Med. Image Anal.*, vol. 43, pp. 66–84, 2018.
- [68] D. Shen, G. Wu, and H.-I. Suk, "Deep Learning in Medical Image Analysis," *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 19, no. 1, pp. 221–248, 2017.
- [69] Z. Hu, J. Tang, Z. Wang, K. Zhang, L. Zhang, and Q. Sun, "Deep learning for image-based cancer detection and diagnosis – A survey," *Pattern Recognit.*, vol. 83, pp. 134–149, 2018.
- [70] H. Fang, Z. Zhang, C. J. Wang, M. Daneshmand, C. Wang, and H. Wang, "A survey of big data research," *IEEE Netw.*, vol. 29, no. 5, pp. 6–9, 2015.
- [71] Q. Zhang, L. T. Yang, Z. Chen, and P. Li, "A survey on deep learning for big data," *Inf. Fusion*, vol. 42, pp. 146–157, 2018.
- [72] A. R. Sharma and P. Kaushik, "Literature survey of statistical, deep and reinforcement learning in natural language processing," in *2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, 2017, pp. 350–354.
- [73] A. Sanmorino and S. Yazid, "A survey for handwritten signature verification," in *2012 2nd International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering*, 2012, pp. 54–57.
- [74] B. Zitová and J. Flusser, "Image registration methods: A survey," *Image Vis. Comput.*, vol. 21, no. 11, pp. 977–1000, 2003.
- [75] P. Wang, W. Li, P. Ogunbona, J. Wan, and S. Escalera, "RGB-D-based human motion recognition with deep learning: A survey," *Comput. Vis. Image Underst.*, 2018.
- [76] J. Wang, Y. Chen, S. Hao, X. Peng, and L. Hu, "Deep learning for sensor-based activity recognition: A Survey," *Pattern Recognit. Lett.*, 2018.
- [77] S. Purushotham, C. Meng, Z. Che, and Y. Liu, "Benchmarking deep learning models on large healthcare datasets," *J. Biomed. Inform.*, vol. 83, pp. 112–134, 2018.
- [78] P. Meyer, V. Noblet, C. Mazzara, and A. Lallemand, "Survey on deep learning for radiotherapy," *Comput. Biol. Med.*, vol. 98, pp. 126–146, 2018.
- [79] P. Li, D. Wang, L. Wang, and H. Lu, "Deep visual tracking: Review and experimental comparison," *Pattern Recognit.*, vol. 76, pp. 323–338, 2018.
- [80] S. Khan and T. Yairi, "A review on the application of deep learning in system health management," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 107, pp. 241–265, 2018.
- [81] A. Kamilaris and F. X. Prenafeta-Boldú, "Deep learning in agriculture: A survey," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 147, pp. 70–90, 2018.
- [82] S. Herath, M. Harandi, and F. Porikli, "Going

- deeper into action recognition: A survey,” *Image Vis. Comput.*, vol. 60, pp. 4–21, 2017.
- [83] Y. Guo, Y. Liu, A. Oerlemans, S. Lao, S. Wu, and M. S. Lew, “Deep learning for visual understanding: A review,” *Neurocomputing*, vol. 187, pp. 27–48, 2016.
- [84] P. S. Grewal, F. Oloumi, U. Rubin, and M. T. S. Tennant, “Deep learning in ophthalmology: a review,” *Can. J. Ophthalmol.*, 2018.
- [85] A. Garcia-Garcia, S. Orts-Escolano, S. Oprea, V. Villena-Martinez, P. Martinez-Gonzalez, and J. Garcia-Rodriguez, “A survey on deep learning techniques for image and video semantic segmentation,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 70, pp. 41–65, 2018.
- [86] O. Faust, Y. Hagiwara, T. J. Hong, O. S. Lih, and U. R. Acharya, “Deep learning for healthcare applications based on physiological signals: A review,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 161, pp. 1–13, 2018.
- [87] H. Chen, O. Engkvist, Y. Wang, M. Olivecrona, and T. Blaschke, “The rise of deep learning in drug discovery,” *Drug Discov. Today*, 2018.
- [88] K. Shi, H. Bao, and N. Ma, “Forward Vehicle Detection Based on Incremental Learning and Fast R-CNN,” in *2017 13th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS)*, 2017, pp. 73–76.
- [89] X. Du, M. H. Ang, and D. Rus, “Car detection for autonomous vehicle: LIDAR and vision fusion approach through deep learning framework,” in *2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2017, pp. 749–754.
- [90] A. Soin and M. Chahande, “Moving vehicle detection using deep neural network,” in *2017 International Conference on Emerging Trends in Computing and Communication Technologies (ICETCCT)*, 2017, pp. 1–5.
- [91] V. D. Nguyen, H. Van Nguyen, D. T. Tran, S. J. Lee, and J. W. Jeon, “Learning Framework for Robust Obstacle Detection, Recognition, and Tracking,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 18, no. 6, pp. 1633–1646, 2017.
- [92] N. Deepika and V. V. S. Variyar, “Obstacle classification and detection for vision based navigation for autonomous driving,” in *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 2017, pp. 2092–2097.
- [93] A. Dairi, F. Harrou, M. Senouci, and Y. Sun, “Unsupervised obstacle detection in driving environments using deep-learning-based stereovision,” *Rob. Auton. Syst.*, vol. 100, pp. 287–301, 2018.
- [94] C. Chen, H. Xiang, T. Qiu, C. Wang, Y. Zhou, and V. Chang, “A rear-end collision prediction scheme based on deep learning in the Internet of Vehicles,” *J. Parallel Distrib. Comput.*, 2017.
- [95] Y. F. Chen, M. Liu, M. Everett, and J. P. How, “Decentralized non-communicating multiagent collision avoidance with deep reinforcement learning,” in *2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2017, pp. 285–292.
- [96] W. Huang, G. Song, H. Hong, and K. Xie, “Deep Architecture for Traffic Flow Prediction: Deep Belief Networks With Multitask Learning,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 15, no. 5, pp. 2191–2201, 2014.
- [97] Y. Jia, J. Wu, and Y. Du, “Traffic speed prediction using deep learning method,” in *2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 2016, pp. 1217–1222.
- [98] Y. Jia, J. Wu, M. Ben-Akiva, R. Seshadri, and Y. Du, “Rainfall-integrated traffic speed prediction using deep learning method,” *IET Intell. Transp. Syst.*, vol. 11, no. 9, pp. 531–536, 2017.
- [99] A. Koesdwiady, R. Soua, and F. Karray, “Improving Traffic Flow Prediction With Weather Information in Connected Cars: A Deep Learning Approach,” *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 65, no. 12, pp. 9508–9517, 2016.
- [100] J. Wang, Q. Gu, J. Wu, G. Liu, and Z. Xiong, “Traffic Speed Prediction and Congestion Source Exploration: A Deep Learning Method,” in *2016 IEEE 16th International Conference on Data Mining (ICDM)*, 2016, pp. 499–508.
- [101] X. Du, H. Zhang, H. V. Nguyen, and Z. Han,

- “Stacked LSTM Deep Learning Model for Traffic Prediction in Vehicle-to-Vehicle Communication,” in *2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*, 2017, pp. 1–5.
- [102] Y. Liu, H. Zheng, X. Feng, and Z. Chen, “Short-term traffic flow prediction with Conv-LSTM,” in *2017 9th International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP)*, 2017, pp. 1–6.
- [103] N. G. Polson and V. O. Sokolov, “Deep learning for short-term traffic flow prediction,” *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 79, pp. 1–17, 2017.
- [104] Y. Lv, Y. Duan, W. Kang, Z. Li, and F. Y. Wang, “Traffic Flow Prediction With Big Data: A Deep Learning Approach,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 16, no. 2, pp. 865–873, 2015.
- [105] Y. Duan, Y. Lv, and F. Y. Wang, “Performance evaluation of the deep learning approach for traffic flow prediction at different times,” in *2016 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)*, 2016, pp. 223–227.
- [106] J. n. Xin, X. Du, and J. Zhang, “Deep learning for robust outdoor vehicle visual tracking,” in *2017 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, 2017, pp. 613–618.
- [107] R. Hadsell, A. Erkan, P. Sermanet, M. Scoffier, U. Muller, and Y. LeCun, “Deep belief net learning in a long-range vision system for autonomous off-road driving,” in *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2008, pp. 628–633.
- [108] V. Rausch, A. Hansen, E. Solowjow, C. Liu, E. Kreuzer, and J. K. Hedrick, “Learning a deep neural net policy for end-to-end control of autonomous vehicles,” in *2017 American Control Conference (ACC)*, 2017, pp. 4914–4919.
- [109] W. Xia, H. Li, and B. Li, “A Control Strategy of Autonomous Vehicles Based on Deep Reinforcement Learning,” in *2016 9th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, 2016, vol. 2, pp. 198–201.
- [110] T. Zhang, G. Kahn, S. Levine, and P. Abbeel, “Learning deep control policies for autonomous aerial vehicles with MPC-guided policy search,” in *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2016, pp. 528–535.
- [111] M. F. Yahya and M. R. Arshad, “Detection of markers using deep learning for docking of autonomous underwater vehicle,” in *2017 IEEE 2nd International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (2CACIS)*, 2017, pp. 179–184.
- [112] R. Yu, Z. Shi, C. Huang, T. Li, and Q. Ma, “Deep reinforcement learning based optimal trajectory tracking control of autonomous underwater vehicle,” in *2017 36th Chinese Control Conference (CCC)*, 2017, pp. 4958–4965.
- [113] R. Sarikaya, G. E. Hinton, and B. Ramabhadran, “Deep belief nets for natural language call-routing,” in *2011 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2011, pp. 5680–5683.
- [114] N. Dethlefs, “Domain Transfer for Deep Natural Language Generation from Abstract Meaning Representations,” *IEEE Comput. Intell. Mag.*, vol. 12, no. 3, pp. 18–28, 2017.
- [115] Y. LeCun *et al.*, “Handwritten digit recognition with a back-propagation network,” in *Advances in neural information processing systems*, 1990, pp. 396–404.
- [116] Y. Bengio, Y. LeCun, C. Nohl, and C. Burges, “LeRec: A NN/HMM Hybrid for On-Line Handwriting Recognition,” *Neural Comput.*, vol. 7, no. 6, pp. 1289–1303, 1995.
- [117] S. Espana-Boquera, M. J. Castro-Bleda, J. Gorbe-Moya, and F. Zamora-Martinez, “Improving Offline Handwritten Text Recognition with Hybrid HMM/ANN Models,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 33, no. 4, pp. 767–779, 2011.
- [118] F. Yin, Q. F. Wang, X. Y. Zhang, and C. L. Liu, “ICDAR 2013 Chinese Handwriting Recognition Competition,” in *2013 12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2013, pp. 1464–1470.

- [119] M. M. R. Sazal, S. K. Biswas, M. F. Amin, and K. Murase, "Bangla handwritten character recognition using deep belief network," in *2013 International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)*, 2014, pp. 1–5.
- [120] V. Pham, T. Bluche, C. Kermorvant, and J. Louradour, "Dropout Improves Recurrent Neural Networks for Handwriting Recognition," in *2014 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2014, pp. 285–290.
- [121] P. Doetsch, M. Kozielski, and H. Ney, "Fast and Robust Training of Recurrent Neural Networks for Offline Handwriting Recognition," in *2014 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2014, pp. 279–284.
- [122] D. C. Cireşan, U. Meier, L. M. Gambardella, and J. Schmidhuber, "Convolutional Neural Network Committees for Handwritten Character Classification," in *2011 International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2011, pp. 1135–1139.
- [123] D. Cireşan and U. Meier, "Multi-Column Deep Neural Networks for offline handwritten Chinese character classification," in *2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2015, pp. 1–6.
- [124] L. Chen, S. Wang, W. Fan, J. Sun, and S. Naoi, "Beyond human recognition: A CNN-based framework for handwritten character recognition," in *2015 3rd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR)*, 2015, pp. 695–699.
- [125] W. Yang, L. Jin, D. Tao, Z. Xie, and Z. Feng, "DropSample: A new training method to enhance deep convolutional neural networks for large-scale unconstrained handwritten Chinese character recognition," *Pattern Recognit.*, vol. 58, pp. 190–203, 2016.
- [126] S. Huang, Z. Zhong, L. Jin, S. Zhang, and H. Wang, "DropRegion training of inception font network for high-performance Chinese font recognition," *Pattern Recognit.*, vol. 77, pp. 395–411, 2018.
- [127] C. Boufenar, A. Kerboua, and M. Batouche, "Investigation on deep learning for off-line handwritten Arabic character recognition," *Cogn. Syst. Res.*, 2017.
- [128] A. Trivedi, S. Srivastava, A. Mishra, A. Shukla, and R. Tiwari, "Hybrid evolutionary approach for Devanagari handwritten numeral recognition using Convolutional Neural Network," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 125, pp. 525–532, 2018.
- [129] M. Soomro, M. A. Farooq, and R. H. Raza, "Performance Evaluation of Advanced Deep Learning Architectures for Offline Handwritten Character Recognition," in *2017 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)*, 2017, pp. 362–367.
- [130] J. Sueiras, V. Ruiz, A. Sanchez, and J. F. Velez, "Offline continuous handwriting recognition using sequence to sequence neural networks," *Neurocomputing*, vol. 289, pp. 119–128, 2018.
- [131] A. K. Jain, F. D. Griess, and S. D. Connell, "On-line signature verification," *Pattern Recognit.*, vol. 35, no. 12, pp. 2963–2972, 2002.
- [132] Y. Qi and B. R. Hunt, "Signature verification using global and grid features," *Pattern Recognit.*, vol. 27, no. 12, pp. 1621–1629, 1994.
- [133] M. A. Shouman, N. Lashin, and H. M. Hamza, "OFFLINE SIGNATURE VERIFICATION BASED ON DIFFERENT SETS OF FEATURES."
- [134] R. Doroz, P. Porwik, and T. Orczyk, "Dynamic signature verification method based on association of features with similarity measures," *Neurocomputing*, vol. 171, pp. 921–931, 2016.
- [135] M. Fayyaz, M. Hajizadeh Saffar, M. Sabokrou, and M. Fathy, "Feature representation for online signature verification," *arXiv Prepr. arXiv1505.08153*, 2015.
- [136] M. Liwicki *et al.*, "Signature Verification Competition for Online and Offline Skilled Forgeries (SigComp2011)," in *2011 International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2011, pp. 1480–1484.

- [137] M. Liwicki, M. I. Malik, L. Alewijnse, E. v. d. Heuvel, and B. Found, "ICFHR 2012 Competition on Automatic Forensic Signature Verification (4NsigComp 2012)," in *2012 International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition*, 2012, pp. 823–828.
- [138] M. I. Malik, M. Liwicki, L. Alewijnse, W. Ohyama, M. Blumenstein, and B. Found, "ICDAR 2013 Competitions on Signature Verification and Writer Identification for On- and Offline Skilled Forgeries (SigWiComp 2013)," in *2013 12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2013, pp. 1477–1483.
- [139] Y. M. Al-Omari, S. N. H. S. Abdullah, and K. Omar, "State-of-the-art in offline signature verification system," in *2011 International Conference on Pattern Analysis and Intelligence Robotics*, 2011, vol. 1, pp. 59–64.
- [140] A. Soleimani, B. N. Araabi, and K. Fouladi, "Deep Multitask Metric Learning for Offline Signature Verification," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 80, pp. 84–90, 2016.
- [141] L. G. Hafemann, R. Sabourin, and L. S. Oliveira, "Analyzing features learned for Offline Signature Verification using Deep CNNs," in *2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2016, pp. 2989–2994.
- [142] L. G. Hafemann, R. Sabourin, and L. S. Oliveira, "Learning features for offline handwritten signature verification using deep convolutional neural networks," *Pattern Recognit.*, vol. 70, pp. 163–176, 2017.
- [143] S. Tayeb *et al.*, "Toward data quality analytics in signature verification using a convolutional neural network," in *2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2017, pp. 2644–2651.
- [144] R. Tolosana, R. Vera-Rodriguez, J. Fierrez, and J. Ortega-Garcia, "Exploring Recurrent Neural Networks for On-Line Handwritten Signature Biometrics," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 5128–5138, 2018.
- [145] Y.-W. Tan, W.-J. Liu, W. Jiang, and H. Zheng, "Integration of articulatory knowledge and voicing features based on DNN/HMM for Mandarin speech recognition," in *2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 2015, pp. 1–8.
- [146] B. Wu *et al.*, "An End-to-End Deep Learning Approach to Simultaneous Speech Dereverberation and Acoustic Modeling for Robust Speech Recognition," *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 11, no. 8, pp. 1289–1300, 2017.
- [147] Y.-H. Tu, J. Du, Q. Wang, X. Bao, L.-R. Dai, and C.-H. Lee, "An information fusion framework with multi-channel feature concatenation and multi-perspective system combination for the deep-learning-based robust recognition of microphone array speech," *Comput. Speech Lang.*, vol. 46, pp. 517–534, 2017.
- [148] T. Gao, J. Du, L.-R. Dai, and C.-H. Lee, "A unified DNN approach to speaker-dependent simultaneous speech enhancement and speech separation in low SNR environments," *Speech Commun.*, vol. 95, pp. 28–39, 2017.
- [149] H. M. Fayek, M. Lech, and L. Cavedon, "Evaluating deep learning architectures for Speech Emotion Recognition," *Neural Networks*, vol. 92, pp. 60–68, 2017.
- [150] K. Mannepalli, P. N. Sastry, and M. Suman, "A novel Adaptive Fractional Deep Belief Networks for speaker emotion recognition," *Alexandria Eng. J.*, vol. 56, no. 4, pp. 485–497, 2017.
- [151] Q. Zhang, X. Chen, Q. Zhan, T. Yang, and S. Xia, "Respiration-based emotion recognition with deep learning," *Comput. Ind.*, vol. 92–93, pp. 84–90, 2017.
- [152] T. Bhowmik, A. Chowdhury, and S. K. Das Mandal, "Deep Neural Network based Place and Manner of Articulation Detection and Classification for Bengali Continuous Speech," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 125, pp. 895–901, 2018.
- [153] L. Deng, D. Yu, and J. Platt, "Scalable stacking and learning for building deep architectures," in *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, pp. 2133–2136.
- [154] S. Achanta and S. V Gangashetty, "Deep Elman recurrent neural networks for statistical parametric speech synthesis," *Speech Commun.*, vol. 93, pp. 31–42, 2017.

- [155] I. Ariav, D. Dov, and I. Cohen, "A deep architecture for audio-visual voice activity detection in the presence of transients," *Signal Processing*, vol. 142, pp. 69–74, 2018.
- [156] R. Olmos, S. Tabik, and F. Herrera, "Automatic handgun detection alarm in videos using deep learning," *Neurocomputing*, vol. 275, pp. 66–72, 2018.
- [157] M. Parchami, S. Bashbaghi, E. Granger, and S. Sayed, "Using deep autoencoders to learn robust domain-invariant representations for still-to-video face recognition," in *2017 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS)*, 2017, pp. 1–6.
- [158] Y. Rao, J. Lu, and J. Zhou, "Attention-Aware Deep Reinforcement Learning for Video Face Recognition," in *2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017, pp. 3951–3960.
- [159] Y. Akbulut, A. Şengür, Ü. Budak, and S. Ekici, "Deep learning based face liveness detection in videos," in *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, 2017, pp. 1–4.
- [160] B. Cheng *et al.*, "Robust emotion recognition from low quality and low bit rate video: A deep learning approach," in *2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, 2017, pp. 65–70.
- [161] O. Gupta, D. Raviv, and R. Raskar, "Illumination invariants in deep video expression recognition," *Pattern Recognit.*, vol. 76, pp. 25–35, 2018.
- [162] Y. Han, P. Zhang, T. Zhuo, W. Huang, and Y. Zhang, "Going deeper with two-stream ConvNets for action recognition in video surveillance," *Pattern Recognit. Lett.*, 2017.
- [163] E. P. Ijjina and K. M. Chalavadi, "Human action recognition in RGB-D videos using motion sequence information and deep learning," *Pattern Recognit.*, vol. 72, pp. 504–516, 2017.
- [164] G. I. Parisi, J. Tani, C. Weber, and S. Wermter, "Lifelong learning of human actions with deep neural network self-organization," *Neural Networks*, vol. 96, pp. 137–149, 2017.
- [165] M. Ma, N. Marturi, Y. Li, A. Leonardis, and R. Stolkin, "Region-sequence based six-stream CNN features for general and fine-grained human action recognition in videos," *Pattern Recognit.*, vol. 76, pp. 506–521, 2018.
- [166] W. Huang, H. Ding, and G. Chen, "A novel deep multi-channel residual networks-based metric learning method for moving human localization in video surveillance," *Signal Processing*, vol. 142, pp. 104–113, 2018.
- [167] M. Iliadis, L. Spinoulas, and A. K. Katsaggelos, "Deep fully-connected networks for video compressive sensing," *Digit. Signal Process.*, vol. 72, pp. 9–18, 2018.
- [168] H. Mohsen, E.-S. A. El-Dahshan, E.-S. M. El-Horbaty, and A.-B. M. Salem, "Classification using Deep Learning Neural Networks for Brain Tumors," *Futur. Comput. Informatics J.*, 2017.
- [169] X. Gao, W. Li, M. Loomes, and L. Wang, "A fused deep learning architecture for viewpoint classification of echocardiography," *Inf. Fusion*, vol. 36, pp. 103–113, 2017.
- [170] T. Kooi *et al.*, "Large scale deep learning for computer aided detection of mammographic lesions," *Med. Image Anal.*, vol. 35, pp. 303–312, 2017.
- [171] M. Saha, C. Chakraborty, and D. Racoceanu, "Efficient Deep Learning Model for Mitosis Detection using Breast Histopathology Images," *Comput. Med. Imaging Graph.*, 2017.
- [172] J. Wang and Y. Yang, "A context-sensitive deep learning approach for microcalcification detection in mammograms," *Pattern Recognit.*, 2018.
- [173] J. I. Orlando, E. Prokofyeva, M. del Fresno, and M. B. Blaschko, "An ensemble deep learning based approach for red lesion detection in fundus images," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 153, pp. 115–127, 2018.
- [174] C. Wang, L. Gong, Q. Yu, X. Li, Y. Xie, and X. Zhou, "DLAU: A scalable deep learning accelerator unit on FPGA," *IEEE Trans. Comput. Des. Integr. Circuits Syst.*, vol. 36, no. 3, pp. 513–517, 2017.

- [175] S. Hussain, S. M. Anwar, and M. Majid, "Segmentation of glioma tumors in brain using deep convolutional neural network," *Neurocomputing*, 2017.
- [176] X. Zhao, Y. Wu, G. Song, Z. Li, Y. Zhang, and Y. Fan, "A deep learning model integrating FCNNs and CRFs for brain tumor segmentation," *Med. Image Anal.*, vol. 43, pp. 98–111, 2018.
- [177] S. Valverde *et al.*, "Improving automated multiple sclerosis lesion segmentation with a cascaded 3D convolutional neural network approach," *Neuroimage*, vol. 155, pp. 159–168, 2017.
- [178] A. Birenbaum and H. Greenspan, "Multi-view longitudinal CNN for multiple sclerosis lesion segmentation," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 65, pp. 111–118, 2017.
- [179] B. D. Barkana, I. Saricicek, and B. Yildirim, "Performance analysis of descriptive statistical features in retinal vessel segmentation via fuzzy logic, ANN, SVM, and classifier fusion," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 118, pp. 165–176, 2017.
- [180] S. Miao, Z. J. Wang, and R. Liao, "A CNN Regression Approach for Real-Time 2D/3D Registration," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 35, no. 5, pp. 1352–1363, May 2016.
- [181] X. Yang, R. Kwitt, M. Styner, and M. Niethammer, "Quicksilver: Fast predictive image registration – A deep learning approach," *Neuroimage*, vol. 158, pp. 378–396, 2017.
- [182] H. Jia, Y. Xia, Y. Song, W. Cai, M. Fulham, and D. D. Feng, "Atlas registration and ensemble deep convolutional neural network-based prostate segmentation using magnetic resonance imaging," *Neurocomputing*, vol. 275, pp. 1358–1369, 2018.
- [183] A. Qayyum, S. M. Anwar, M. Awais, and M. Majid, "Medical image retrieval using deep convolutional neural network," *Neurocomputing*, vol. 266, pp. 8–20, 2017.
- [184] X. Yuan, L. Xie, and M. Abouelenien, "A regularized ensemble framework of deep learning for cancer detection from multi-class, imbalanced training data," *Pattern Recognit.*, vol. 77, pp. 160–172, 2018.
- [185] Y. Xiao, J. Wu, Z. Lin, and X. Zhao, "A deep learning-based multi-model ensemble method for cancer prediction," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 153, pp. 1–9, 2018.
- [186] H. Chougrad, H. Zouaki, and O. Alheyane, "Deep Convolutional Neural Networks for Breast Cancer Screening," *Comput. Methods Programs Biomed.*, 2018.
- [187] Y. Wang, H. Mao, and Z. Yi, "Protein secondary structure prediction by using deep learning method," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 118, pp. 115–123, 2017.
- [188] T. Du, L. Liao, C. H. Wu, and B. Sun, "Prediction of residue-residue contact matrix for protein-protein interaction with Fisher score features and deep learning," *Methods*, vol. 110, pp. 97–105, 2016.
- [189] S. Wang, Z. Li, Y. Yu, and J. Xu, "Folding Membrane Proteins by Deep Transfer Learning," *Cell Syst.*, vol. 5, no. 3, p. 202–211.e3, 2017.
- [190] L. Wei, Y. Ding, R. Su, J. Tang, and Q. Zou, "Prediction of human protein subcellular localization using deep learning," *J. Parallel Distrib. Comput.*, 2017.
- [191] K. Tian, M. Shao, Y. Wang, J. Guan, and S. Zhou, "Boosting compound-protein interaction prediction by deep learning," *Methods*, vol. 110, pp. 64–72, 2016.
- [192] T. Unterthiner, A. Mayr, G. Klambauer, and S. Hochreiter, "Toxicity prediction using deep learning," *arXiv Prepr. arXiv1503.01445*, 2015.
- [193] R. Huang *et al.*, "Tox21Challenge to Build Predictive Models of Nuclear Receptor and Stress Response Pathways as Mediated by Exposure to Environmental Chemicals and Drugs," *Front. Environ. Sci.*, vol. 3, p. 85, 2016.
- [194] A. Koutsoukas, J. St. Amand, M. Mishra, and J. Huan, "Predictive Toxicology: Modeling Chemical Induced Toxicological Response Combining Circular Fingerprints with Random Forest and Support Vector Machine," *Front. Environ. Sci.*, vol. 4, p. 11, 2016.
- [195] L. Kuang, L. Yang, and Y. Liao, "An Integration Framework on Cloud for Cyber

- Physical Social Systems Big Data,” *IEEE Trans. Cloud Comput.*, 2015.
- [196] S. K. Bansal and S. Kagemann, “Integrating Big Data: A Semantic Extract-Transform-Load Framework,” *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 48, no. 3, pp. 42–50, Mar. 2015.
- [197] G. Bello-Orgaz, J. J. Jung, and D. Camacho, “Social big data: Recent achievements and new challenges,” *Inf. Fusion*, vol. 28, pp. 45–59, 2016.
- [198] B. T. Hazen, C. A. Boone, J. D. Ezell, and L. A. Jones-Farmer, “Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to the problem and suggestions for research and applications,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 154, pp. 72–80, 2014.
- [199] B. Hutchinson, L. Deng, and D. Yu, “Tensor Deep Stacking Networks,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 35, no. 8, pp. 1944–1957, 2013.
- [200] J. Dean *et al.*, “Large scale distributed deep networks,” in *Advances in neural information processing systems*, 2012, pp. 1223–1231.
- [201] X.-W. Chen and X. Lin, “Big data deep learning: challenges and perspectives,” *IEEE access*, vol. 2, pp. 514–525, 2014.
- [202] A. Coates, B. Huval, T. Wang, D. Wu, B. Catanzaro, and N. Andrew, “Deep learning with COTS HPC systems,” in *International Conference on Machine Learning*, 2013, pp. 1337–1345.
- [203] C. Zhang, P. Li, G. Sun, Y. Guan, B. Xiao, and J. Cong, “Optimizing fpga-based accelerator design for deep convolutional neural networks,” in *Proceedings of the 2015 ACM/SIGDA International Symposium on Field-Programmable Gate Arrays*, 2015, pp. 161–170.
- [204] J. Ngiam, A. Khosla, M. Kim, J. Nam, H. Lee, and A. Y. Ng, “Multimodal deep learning,” in *Proceedings of the 28th international conference on machine learning (ICML-11)*, 2011, pp. 689–696.
- [205] N. Srivastava and R. R. Salakhutdinov, “Multimodal learning with deep boltzmann machines,” in *Advances in neural information processing systems*, 2012, pp. 2222–2230.
- [206] L. Zhao, Q. Hu, and W. Wang, “Heterogeneous Feature Selection With Multi-Modal Deep Neural Networks and Sparse Group LASSO,” *IEEE Trans. Multimed.*, vol. 17, no. 11, pp. 1936–1948, 2015.
- [207] Q. Zhang, L. T. Yang, and Z. Chen, “Deep Computation Model for Unsupervised Feature Learning on Big Data,” *IEEE Trans. Serv. Comput.*, vol. 9, no. 1, pp. 161–171, 2016.
- [208] S. Wan and L. E. Banta, “Parameter incremental learning algorithm for neural networks,” *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 17, no. 6, pp. 1424–1438, 2006.
- [209] L. Zhao, J. Chen, F. Chen, W. Wang, C. T. Lu, and N. Ramakrishnan, “SimNest: Social Media Nested Epidemic Simulation via Online Semi-Supervised Deep Learning,” in *2015 IEEE International Conference on Data Mining*, 2015, pp. 639–648.
- [210] L. Yu, H. Chen, Q. Dou, J. Qin, and P. A. Heng, “Integrating Online and Offline Three-Dimensional Deep Learning for Automated Polyp Detection in Colonoscopy Videos,” *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 21, no. 1, pp. 65–75, 2017.
- [211] G. Zhou, K. Sohn, and H. Lee, “Online incremental feature learning with denoising autoencoders,” in *Artificial Intelligence and Statistics*, 2012, pp. 1453–1461.
- [212] P. Vincent, H. Larochelle, Y. Bengio, and P.-A. Manzagol, “Extracting and Composing Robust Features with Denoising Autoencoders,” in *Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning*, 2008, pp. 1096–1103.
- [213] P. Vincent, H. Larochelle, I. Lajoie, Y. Bengio, and P.-A. Manzagol, “Stacked denoising autoencoders: Learning Useful Representations in a Deep Network with a Local Denoising Criterion,” *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 11, pp. 3371–3408, 2010.
- [214] R. Wang and D. Tao, “Non-Local Auto-Encoder With Collaborative Stabilization for Image Restoration,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 25, no. 5, pp. 2117–2129, May 2016.

- [215] B. Jan *et al.*, “Deep learning in big data Analytics: A comparative study,” *Comput. Electr. Eng.*, 2017.
- [216] G. Qi, Z. Zhu, K. Erqinhu, Y. Chen, Y. Chai, and J. Sun, “Fault-diagnosis for reciprocating compressors using big data and machine learning,” *Simul. Model. Pract. Theory*, vol. 80, pp. 104–127, 2018.
- [217] H. Cui, L. Zhang, R. Kang, and X. Lan, “Research on fault diagnosis for reciprocating compressor valve using information entropy and SVM method,” *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 22, no. 6, pp. 864–867, 2009.
- [218] A. Widodo and B.-S. Yang, “Support vector machine in machine condition monitoring and fault diagnosis,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 21, no. 6, pp. 2560–2574, 2007.
- [219] G.-M. Xian and B.-Q. Zeng, “An intelligent fault diagnosis method based on wavelet packer analysis and hybrid support vector machines,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 10, pp. 12131–12136, 2009.
- [220] B.-S. Yang, W.-W. Hwang, D.-J. Kim, and A. C. Tan, “Condition classification of small reciprocating compressor for refrigerators using artificial neural networks and support vector machines,” *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 19, no. 2, pp. 371–390, 2005.
- [221] N. K. Verma, A. Roy, and A. Salour, “An optimized fault diagnosis method for reciprocating air compressors based on SVM,” in *2011 IEEE International Conference on System Engineering and Technology*, 2011, pp. 65–69.
- [222] V. T. Tran, F. AlThobiani, and A. Ball, “An approach to fault diagnosis of reciprocating compressor valves using Teager–Kaiser energy operator and deep belief networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 9, pp. 4113–4122, 2014.
- [223] M. Havaei *et al.*, “Brain tumor segmentation with deep neural networks,” *Med. Image Anal.*, vol. 35, pp. 18–31, 2017.
- [224] Z. Jiang, H. Zhang, Y. Wang, and S.-B. Ko, “Retinal blood vessel segmentation using fully convolutional network with transfer learning,” *Comput. Med. Imaging Graph.*, vol. 68, pp. 1–15, 2018.
- [225] A. F. M. Oliveira, S. R. M. Pereira, and C. A. B. Silva, “Retinal Vessel Segmentation based on Fully Convolutional Neural Networks,” *Expert Syst. Appl.*, p. , 2018.
- [226] S. Moccia, E. De Momi, S. El Hadji, and L. S. Mattos, “Blood vessel segmentation algorithms — Review of methods, datasets and evaluation metrics,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 158, pp. 71–91, 2018.
- [227] G. Pan, Z. Wu, and L. Sun, “Liveness detection for face recognition,” in *Recent advances in face recognition*, InTech, 2008.
- [228] J. Li, Y. Wang, T. Tan, and A. K. Jain, “Live face detection based on the analysis of fourier spectra,” in *Biometric Technology for Human Identification*, 2004, vol. 5404, pp. 296–304.
- [229] Y. A. U. Rehman, L. M. Po, and M. Liu, “LiveNet: Improving features generalization for face liveness detection using convolution neural networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 108, pp. 159–169, 2018.
- [230] W. Bao, H. Li, N. Li, and W. Jiang, “A liveness detection method for face recognition based on optical flow field,” in *Image Analysis and Signal Processing, 2009. IASP 2009. International Conference on*, 2009, pp. 233–236.
- [231] G. Pan, L. Sun, Z. Wu, and S. Lao, “Eyeblink-based anti-spoofing in face recognition from a generic webcam,” in *Computer Vision, 2007. ICCV 2007. IEEE 11th International Conference on*, 2007, pp. 1–8.
- [232] K. Kollreider, H. Fronthaler, and J. Bigun, “Non-intrusive liveness detection by face images,” *Image Vis. Comput.*, vol. 27, no. 3, pp. 233–244, 2009.
- [233] Wikipedia, “List of writing systems,” https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_writing_systems. .
- [234] G. Alvarez, B. Sheffer, and M. Bryant, “Offline Signature Verification with Convolutional Neural Networks,” 2016.

M. Mutlu YAPICI

He is a Instructor at Ankara University. He graduated from Faculty of Technical Education, Electronics and Computer Education Department in 2010. As a second bachelor degree, he completed computer engineering program in 2016. He graduated from MSc program of Informatics Institute in 2012. His master thesis subject is Development of Course Scheduling Software Using Genetic Algorithm. He is a student at Faculty of Technology Computer Engineering PhD. His research interests lie in image processing and machine and deep learning and their applications on signature verification, face recognition, autonomus vehichles and medical image analysis.

Adem TEKEREK

He is a Doctor Instructor at Gazi University, Department of Information Technology. He graduated from Faculty of Technical Education, Electronics and Computer Education Department in 2007. He graduated from MSc program of Informatics Institute in 2010. His master thesis is about Content Management Systems. He graduated from PhD program of Informatics Institute in 2016. His PhD thesis is about Web Application Firewall algorithms. He has published 12 papers on computer sciences. His research is data mining, machine learning and their applications especially on information security.

Nurettin TOPALOĞLU

Nurettin Topaloglu is currently an Associate Professor of Computer Engineering Department of Technology Faculty at Gazi University in Turkey. He received BSc in Electronics, MSc in Electronics and Computer Education and PhD in Electric Education. His research interests are computer architecture and organization, informatics technologies and information security. He developed the educational software Visual 6502 Microprocessor Simulator for teaching computer architecture. He is a writer of Microprocessors and Assembly Language, and x86 Microprocessor Architecture and Assembly Language in Turkish.

Rulman Seçimi İçin Bir Uzman Sistem

Yunus KAYIR^a, Ramazan MERGEN^a, Ömer ASAL^a

^a Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, 06500, Teknikokullar, ANKARA, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 25.09.2019
Kabul: 26.11.2019

Anahtar Kelimeler:

Rulman seçimi
Uzman Sistemler
Dinamik yük
Statik yük

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
omerasal@gazi.edu.tr

ÖZET

Yapay Zeka tekniklerinden biri olan Uzman sistemler, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Uzman sistemler, birden fazla seçeneğin içinden bilgi ve tecrübeyi kullanarak en uygun olanının belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir. Rulmanlar, makinelerin dönen parçalarında yaygın olarak kullanılan standart makine elemanlarıdır. Piyasada, çok farklı teknik özelliklere sahip rulmanlar bulunmaktadır. Dolayısı ile kullanılacak olan bir yere göre uygun bir rulmanın seçimi uzmanlık gerektirmektedir. Bu çalışmada, rulman seçimi yapan bir uzman sistem geliştirilmiştir. Sistemde, rulmanlara yönelik birçok kural oluşturulmuştur. Kurallar, en uygun uygun rulman tipinin belirlenmesinde yönelik tasarlanmıştır. Kurallar, rulmanların yapısal özellikleri ve karşı koyacakları yük tipleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Belirlenen rulman tipi için sistem kullanıcıya, standart rulman kodunu vermektedir. Bununla birlikte, geliştirilen sistem, rulman iç çap (d), rulman dış çap (D) ve rulman genişliği (B) değerleri girilmesi durumunda kullanıcıya bir rulman kodunu da verebilecek yetenektedir. Rulman seçimi yapan sistemin geliştirilmesinde KAPPA-PC uzman sistem paket programı kullanılmıştır. Rulman bilgi tabanı için ORS rulman kataloğu bilgileri alınmıştır. Geliştirilen sistem ile ihtiyaç duyulan özelliklere yönelik olarak rulman tipinin belirlenmesi sağlanmıştır.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.02>

An Expert System For Selection The Bearing

ARTICLE INFO

Received: 25.09.2019
Accepted: 26.11.2019

Keywords:

Bearing selection
Expert Systems
Dynamic load
Static load

***Corresponding**

Authors

e-mail:
omerasal@gazi.edu.tr

ABSTRACT

Expert systems, one of the Artificial Intelligence techniques, are widely used today. Expert systems are a method to determine the most suitable one by using knowledge and experience from multiple options. Bearings are standard machine elements commonly used in rotating parts of machines. There are many different types of bearings on the market. Therefore, the selection of a suitable bearing that are used in a place requires expertise. In this study, an expert system, which selects bearings, was developed. Many rules were written for the system. The rules were designed to determine the most suitable bearing type. The rules are based on the structural characteristics of the bearings and the types of load they will resist. For the specified bearing type, the system gives the user the standard bearing code. However, the developed system is capable of providing a bearing code to the user in case the bearing inner diameter (d), bearing outer diameter (D) and bearing width (B) are entered. KAPPA-PC expert system shell program was used to develop the system, which makes selection of bearings. The ORS bearing catalogue was used for bearing knowledge base. The developed system provided to determine the bearing type for the required properties.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.02>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda bilgisayar ve elektronik bilimlerinde yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, günlük

yaşamımızı olduğu kadar işletmeleri de büyük ölçüde etkilemiştir. İşletmeler ve organizasyonlar, bu teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı ürünleri kimya, eğitim-öğretim, tarım, sağlık ve endüstriyel

gibi birçok alanda üretim, dağıtım, yönetim, tasarım, planlama, projelendirme, araç-gereç seçme, kontrol, bakım, teşhis, analiz gibi değişik amaçlar için kullanarak verimlilik artışı sağlamaya çalışmaktadırlar. Özellikle bilgisayar bilimlerinde, yazılım ve donanım alanındaki hızlı gelişmeler, insan gibi düşünen ve davranan sistemlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. 1950’li yıllardan beri bu alanda çalışmalar sürdürülmektedir. YZ: Yapay zeka (AI: Artificial Intelligence) olarak isimlendirilen bu alan, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar programlarını geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanır [1]. İnsan faktöründen kaynaklanan olumsuzlukları en aza indirmek ve olabildiğince verimli çalışmayı sağlamak için yapılan araştırmalar neticesinde yapay zeka teknikleri geliştirilmiştir [2]. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda yapay zeka tekniklerinden biri olan uzman sistemlerin kullanılmasıyla, üretimin arttığı, kalitenin yükseldiği ve en önemlisi de maliyetin azaldığı görülmüştür [3]. Ayrıca uzman sistemlerin, birçok farklı alandaki zor seviyede sayılabilecek problemleri başarılı bir şekilde çözüme kavuşturması dikkat çekmelerindeki en önemli unsur oluşturmuştur [4].

Liu ve arkadaşları tarafından uzman sistem ve bulanık mantık kullanarak makaralı rulmanlardaki hatayı bulan “Rulman Uzmanı” adlı bir sistem geliştirilmiştir. Menü ile kontrol edilen ve bilgisayar bazlı olan bu sistemin oldukça kullanıcı dostu olduğu iddia edilmektedir [5]. Siang ve arkadaşları tarafından yazılan makalede tasarımcının rulman seçimini yapmak için gerçekleştireceği tasarım faaliyetlerini taklit eden bir uzman sistemin geliştirilmesindeki aşamalar tanımlanmıştır [6]. Fegan, tarafından yazılan makalede; tasarımcıya yardımcı olma adına belirli bir çalışma koşulları dizisi için bir şaftı desteklemek üzere doğru bilyeli ve makaralı rulman kombinasyonlarını seçmede yardımcı olan uzman bir sistemin geliştirilmesinde kaydedilen aşamalar anlatılmıştır. Sistem ayrıca, rulman çiftinin montaj gereksinimleri konusunda tavsiyede bulunur [7]. Pathak ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada bilyeli ve makaralı rulmanların tasarımına yardımcı olmak için Bilgi Tabanlı Uzman Sistemin uygulanması tartışılmıştır. Bu makalede, bilyeli ve makaralı rulman tasarımında uzman sistem uygulamasını göstermek için kural tabanlı bir uzman sistem programından yararlanılmıştır [8]. Ramachandran ve arkadaşları yaptıkları araştırmada, mekanik sistemlerin tasarımı uzman sistem yaklaşımının uygulanmasına yönelik olmuştur [9]. Kaçal ve arkadaşları geniş bir ürün yelpazesi olan rulmanların bilgisayar destekli olarak seçilmesi

üzerine çalışmışlardır. Veri tabanı olarak Türkiye’de üretim faaliyetlerini sürdüren ORS rulman firmasının rulman kataloglarını ve programlama dili olarak “Delphi 5” program dilini kullanılarak rulman seçimi için “RULSEÇ” isimli paket programı oluşturmuşlardır [10].

İncelenen çalışmalarda, geliştirilen uzman sistemleri için KAPPA-PC paket programının kullanıldığı görülmüştür [11]. Kayır ve Arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, Yapılan bu çalışma ile delik delme operasyonlarında uzman olmayan bir kişinin takma uçlu matkapları ve kesme parametrelerini, kolay, hızlı ve doğru bir şekilde seçebilmesini sağlayan EIDT (Expert for Insert Drilling Tool) adlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir [12]. Yine Kayır ve arkadaşları yaptıkları bir başka çalışmalarında, ExpertTS, Kappa-PC uzman sistem paket programı ile kesici ucun bir uzmana ihtiyaç olmadan kolayca seçilebilmesini sağlayan bir sistem geliştirmişlerdir. Böylelikle de vida açma işlemlerinde doğru ve hızlı karar verme sağlanmıştır [13]. Kaan ve Arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada, imalatta kullanılan Alüminyum malzemelerinin seçimine yönelik AI expert isimli bir uzman sistem geliştirmişlerdir [14]. Geliştirilen AI expert sistem, istenen malzeme özelliklerini (mekanik özellikler, işlenebilirlik, vb.) dikkate alarak en uygun Alüminyum alaşımına karar verebilmektedir.

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde geliştirilen uzman sistemlerin makine ve imalat sektörlerinde birçok uygulama için (makine elemanının, malzemelerin, işleme operasyonlarının, vb. unsurların seçimi) yaygın kullanıldığı görülmüştür.

Makine imalat sektörlerinde rulman seçimi hayati bir öneme sahiptir. Doğru karar vermek uzmanlık ve tecrübe gerektiren, zaman alıcı bir uygulamadır.

Dolayısıyla bu çalışmada, makine imalatında uygun rulmanın seçimini yapan bir uzman sistem geliştirilmiştir. Uzman sistemin geliştirilmesinde, KAPPA-PC programı tercih edilmiştir.

2. YAPAY ZEKA (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Yapay zeka, insanın zeka gerektiren davranışlarının özelliklerini taklit eden bilgisayar sistemlerini tasarlamak ve geliştirmekle uğraşan bilgisayar biliminin bir branşdır [13-15].

Yapay Zeka; makine görme yeteneği, konuşmayı tanıma, robotik, ses tanıma, tabii dil işleme, desen

tanıma, makinenin öğrenmesi ve uzman sistemler gibi konularla ilgilenir [16].

Yapay zeka tekniklerinden olan uzman sistemler birçok alanda yaygın kullanılan ve ticari yönde birçok uygulamanın geliştirildiği bir yöntem olmuştur.

2.1. Uzman Sistemler (Expert Systems)

Uzman sistemler bir bilgi tabanından, bir veri bankasından, bir sonuç çıkarım mekanizmasından ve desteklenmiş programlardan meydana gelir [12-14, 17]. “Uzman sistem özel bir takım problemlerin çözümünde, uzmanların bilgisini ve çıkartım sürecini taklit etmeyi amaçlayan danışman programlardır [1]. Uzman sistemler yapay zeka programlama tekniklerinden birisi olup, belirli bir alanda uzman kişiler (doktor, mühendis, ekonomist, vb.) tarafından tanımlanmış bilgilere ve analitik kurallara dayanarak sadece o alanla ilgili problemlere bir uzman kişinin getirdiği şekilde çözümler getirebilen ve kararlar verebilen bilgisayar programlarıdır [18]. Uzman sistemin (ES) arkasındaki temel fikir, uzmanlığın bir insandan bilgisayara aktarılmasıdır [19].

Uzman sistemlerin geliştirilmesinde birçok bilgisayar programlama dili (c++, c#, basic, pascal, vb.) kullanılmaktadır. Bununla birlikte, hazır geliştirilmiş ve amaca yönelik uyarlanabilen paket program (expert shell) şeklinde olan uzman sistemlerde bulunmaktadır (Kappa-PC, Leonardo, Exys, vb). Uzman sistemler, kural tabanlı, bilgi tabanlı sistemler olarak da adlandırılırlar. Genelde uzman sistemler şu bileşenlerden meydana gelmektedir [20]:

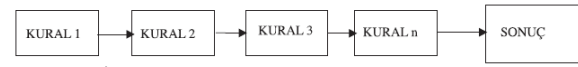
- Bilgi Tabanı (Knowledge Base)
- Muhakeme Ünitesi (Inference Engine)
- Kullanıcı Arabirimi (User Intereface)

Uzman sistemler, bir sonuca ulaşılmasında kuralları kullanmaktadır. Kuralların değerlendirilmesinde, muhakeme edilmesinde iki temel teknik kullanılmaktadır.

- İleriye Doğru Zincirleme
- Geriye Doğru Zincirleme

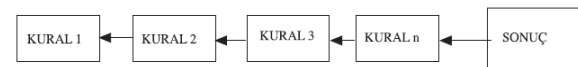
İleriye doğru zincirleme (Forward chaining) Muhakeme ünitesi, problemin en başından başlayarak (IF cümlesinden) sonuç kısmına (THEN) ulaşmasıdır. Bu yöntem Tümevarım mantığı ile çalışır. Bütün kuralların şartı sağlayıp sağlamadığı göz önünde tutularak sonuca ulaşılır. Eğer şartlar sağlıyor ise

“Then” kısmında yer alan yargı cümlesi doğrudur. Bu cümle şartlara göre elde edilen sonuçtur.



Şekil 1. İleriye doğru zincirleme [20](Forward chaining)

Geriye doğru zincirleme (Backward Chaining) Muhakeme ünitesi; problemi çözerken kuralın en sonu olan sonuç (THEN) cümlesi ile başlar ve şart (IF) cümleleri tatbik edilerek çözüm bulunur. Yani bu tür zincirleme Tümdengelim ilkesini temel olarak alır ve sonuç kısmını sağlayacak bütün kuralları tek tek inceler.

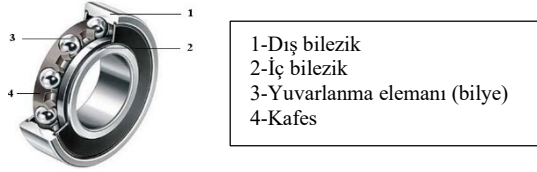


Şekil 2. Geriye doğru zincirleme [20] (Backward Chaining)

Geriye doğru zincirlemenin, Genişlik öncelikli ve Derinlik öncelikli olmak üzere iki şekli vardır. Genişlik öncelikli geriye doğru zincirleme, o anda eldeki amaca çözüm bulmak için tüm kuralların sonuç kısımlarına bakar. Çözüm bulamazsa kuralların şart kısımlarına bakar. Derinlik öncelikli geriye doğru zincirleme ise, eldeki amaca çözüm bulmak için ilgili bir kural bulur ve bu kuralın önce şart kısmına bakar. Bu kuralın şart kısmı sonuca götürmezse başka bir kural arar [21].

3. RULMANLAR VE RULMAN SEÇİMİ (BEARINGS AND BEARING SELECTION)

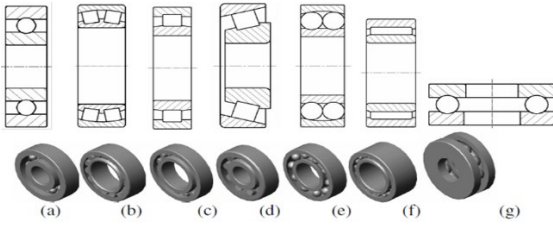
Rulman iç ve dış bilezikler arasında yuvarlanan elemanlar (bilye, makara, vb.) vasıtası ile minimum sürtünmede çalışan, döner hareket yaparak ebadına ve biçimine göre farklı yükler taşıyan makine elemanlarıdır. Bu sayede malzeme kayarak değil yuvarlanarak hareket veya iş ürettiğinden sürtünme minimum olmakta ve enerji daha az kullanılmaktadır. Rulmanlar yatay ve dikey olarak çalışabildiği için radyal veya aksel rulmanlar olarak tabir edilirler [22]. Genel olarak rulmanlar, dış bilezik, iç bilezik, yuvarlanma elemanları ve kafesten meydana gelir (Sekil 3). Kafes, yuvarlanma elemanlarını tek bir hat üzerinde tutar ve yüksek hızlara çıkıldığında, yuvarlanma elemanının birbirlerine ve her bir noktaya temas etmelerini önler [10].



Şekil 3. Rulman Elemanları [10] (Bearing Components)

3.1. Rulmanların Sınıflandırılması (Bearing Classification)

Rulmanların sınıflandırılması yuvarlanma elemanına göre yapılır.



Şekil 4. Bazı rulman türlerinin 2B çizimleri ve 3B katı modelleri: a) Sabit bilyeli rulman, b) Oynak makaralı rulman, c) Silindirik makaralı rulman, d) Konik makaralı rulman, e) Oynak bilyeli rulman, f) İğneli rulman, g) Eksenel bilyeli rulman [24]

(2D drawings and 3D solid models of some bearing types: a) Deep groove ball bearing, b) Spherical roller bearing, c) Cylindrical roller bearing, d) Tapered roller bearing, e) Spherical ball bearing, f) Needle roller bearing, g) Axial ball bearing)

3.2. Rulman Seçim Kriterleri (The Bearing Selection Criteria)

Rulmanlar, hareketli millerin sabit gövdelere yataklanması için kullanılan makine elemanlarıdır. Makine teknolojisinin gelişmesiyle birlikte kullanım alanları ve oranları oldukça artmaktadır. Makine tasarımında vazgeçilmez olan bu makine elemanının çok fazla çeşidi bulunmaktadır. Bunlar en modern imalat yöntemleri ile ve yüksek kalitede malzeme kullanılarak üretilmektedirler. Birçok rulman arasından, çeşit ve ölçü bakımından en doğru rulmanı seçebilmek optimum makine tasarımı için oldukça önemlidir. Bütün rulmanlar, birbirinden farklı karakteristik özellik taşıırken, birbirlerine benzeyen çok yönleri de vardır [23]. Bu yüzden en uygun olan rulmanı seçmek kolay olmamakla beraber rulman seçiminin asıl amacı, rulmanın uzun ömürlü çalışmasını ve görevini tam olarak yerine getirmesini sağlayabilmektir [22]. Rulmanların seçiminde, hacim ölçülerinin yanı sıra yatak yükünün cinsi ve miktarı, öngörülen çalışma ömrü ve yataklama emniyeti dikkate alınmaktadır [24]. Bir rulmandan beklenen en önemli özellikler uzun ömür, yüksek güvenilirlik ve

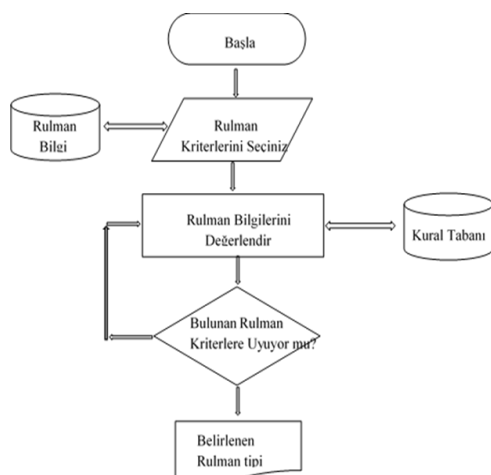
ekonomiklidir. Bunlara erişebilmek için tasarımcı, rulmanı etkileyen tüm şartları ve faktörleri düşünmek zorundadır. En ekonomik rulman şeklinin, yapılan seçim alternatifleri ile kıyaslanarak, rulmana etki eden faktörlerin ne ölçüde göz önüne alınması gerektiğine karar verilir [10]. Pek çok rulman arasından en doğru rulmanı seçebilmek için çeşitli dış etkenleri etraflıca düşünmek gerekir.

4. GELİŞTİRİLEN UZMAN SİSTEM (DEVELOPED EXPERT SYSTEM)

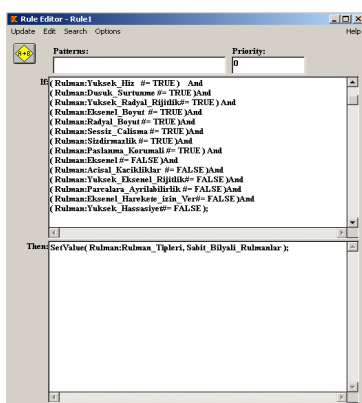
Geliştirilen Uzman Sistem Destekli Rulman Seçimi programı için KAPPA-PC programı kullanılmıştır. KAPPA-PC uzman sistem uygulamalarını gerçekleştirmek için hazırlanmış bir uzman sistem paket programıdır [25]. Bilgi tabanı, uzmanlık bilgisinin temsil edilmesi için kullanılan kurallar ve nesnelere meydana gelir. Uzman sistem paket programları sayesinde uzman bir kişinin bilgileri bilgisayara aktarılıp diğerlerinin kullanımına sunulabilir ve uzman olmadığında bu sisteme danışılabilir. Uzman sistem paket programları klasik bilgisayar programlarından farklıdır. Klasik programlama dilleri ile uzun süre alacak bir uzman sistem geliştirme, bu tür paket programlar sayesinde daha kısa sürede hazırlanabilir. Klasik programlama dillerinde (Pascal, Fortran, C++ vb.) geliştirilen programlar problemleri programcının düşündüğü tek tip yöntemle çözerler ve bu programlama dillerinin kendi kendilerine karar verme yöntemleri yoktur [26].

Geliştirilen Uzman Sistem Destekli Rulman Seçimi programında 12 çeşit rulman tipi ve bu rulman tiplerini belirlemek için 15 tane rulman seçim kriteri belirlenmiştir. "IF" – "THEN" yapıları kullanılarak 12 rulman tipi ve 15 rulman seçim kriteri için "TRUE" ya da "FALSE" şeklinde kurallar tanımlanmıştır. En ideal rulmanı seçebilmek için seçim kriterlerindeki özellikleri "çok iyi" ya da "iyi" olacak şekilde taşıyan rulmanlar karşısına "TRUE", bu özellikleri hiç taşıyorsa ya da az taşıyorsa "FALSE" şeklinde kurallar konulmuştur. Böylece ihtiyacımıza en iyi cevap verecek rulman tipi seçilmiş olacaktır. Şekil 7' de Sabit Bilyalı Rulmanların seçimi için tanımlanmış kurallar gösterilmiştir.

Rulman seçim kriterlerine göre rulman tipi belirlendikten sonra, ikinci aşamada ise rulmanın maruz kalacağı statik ve dinamik yükleri emniyetli bir şekilde taşıyabilecek ölçülerdeki rulmanlar tespit edilecektir.

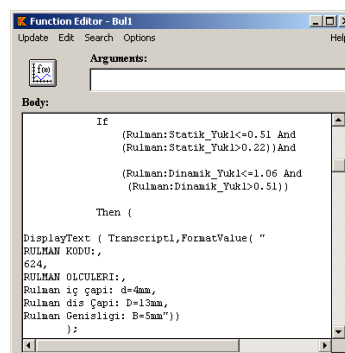


Şekil 6. Programın akış şeması (The Program flow chart)



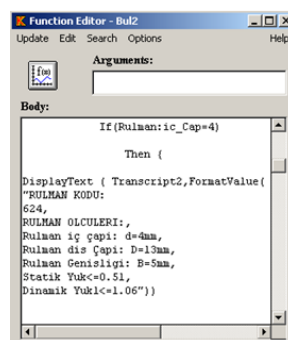
Şekil 7. Sabit Bilyalı Rulmanların seçimi için tanımlanan kurallar (Rules for selection of deep groove ball bearings)

Uzman Sistem Destekli Rulman Seçimi için geliştirilen programda Ortadoğu Rulman Sanayi (ORS) kataloğunda belirtilen geometrik ölçü değerleri ile statik ve dinamik yük değerleri esas alınmıştır. Kullanıcı tarafından girilen statik ve dinamik yüklerin ikisini birden aynı anda taşıyabilecek rulmanları tespit etmek için kurallar tanımlanmıştır (Şekil 8). Program kullanıcının girdiği yük değerlerini maksimum değer olarak kabul edecektir. Örnek olarak, statik yük değeri 0.22 kN'dan büyük, 0.51 kN'a eşit girildiğinde ve dinamik yük değeri ise 0.51kN'dan büyük ve 1.06 kN'a küçük girildiğinde, geliştirilen sistem, ORS rulman kataloğuna göre Sabit Bilyalı Rulmanlar grubunda bulunan 624 rulman kodu, kullanıcıya önerecektir.



Şekil 8. Statik ve dinamik yüklere göre rulman kodu bulan örnek kural (Sample rule finding bearing code according to static and dynamic loads)

Uzman Sistem Destekli Rulman Seçimi, programı kullanıcının girdiği statik ve dinamik yüklere göre rulman kodunu bulmanın yanı sıra, her biri için ayrı ayrı olmak üzere rulman iç çapı (d), rulman dış çapı (D) ve rulman genişliği (B) değerlerine göre de sorgulama yapıp en uygun rulman kodunu bulmaktadır. Bulunan rulman koduna göre bu rulmana ait rulman iç çap (d), rulman dış çap (D), rulman genişliği (B) ile ORS rulman kataloğunda belirtilen max taşıyabileceği statik ve dinamik yükleri de SONUÇ ekranında kullanıcıya sunmaktadır. Rulman iç çap değerine göre rulman kodu sorgulama kuralları Şekil 9'da gösterilmiştir. Kullanıcının girdiği iç çap değerinde ya da diğer sorgulama değerlerinde birden fazla rulman kodu varsa Uzman Sistem Destekli Rulman Seçimi programı bu kodu ve bu koda ait rulman değerlerini de yine SONUÇ ekranında kullanıcıya sunmaktadır.



Şekil 9. Rulman iç çapına göre rulman kodu bulan örnek kural (Sample rule finding bearing code according to bearing inner diameter)

4.1. Program Menüleri ve Örnek Bir Uygulama (Program Menus and Sample Application)

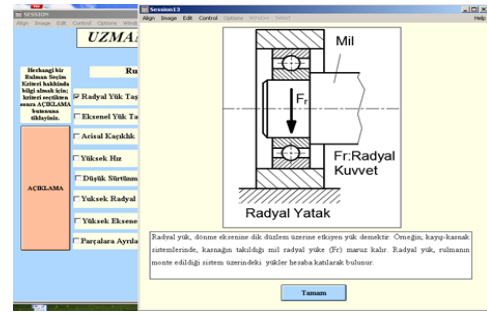
Programın kullanıcı ara yüzü, renkli, kullanımı kolay şekilde hazırlanmıştır (Şekil 10). Ara yüzün tasarımında görsel nesnelere kullanılmıştır. Görsel nesnelere (düğme, kutu, vb.), program üzerinde anlaşılır şekilde konumlandırılmıştır. Rulman seçiminin her adımı için görsel nesnelere kullanılmıştır. Kullanıcının herhangi bir katalog ya da tablo kullanmasına gerek kalmamıştır. Gerekli yerlerde açıklama yazısı konularak kullanıcının programı kullanması kolaylaştırılmıştır.

Uzman Sistem Destekli Rulman Seçim Programının ana sayfasında rulman seçiminde dikkate alınan 15 yapısal kritere (Radyal yük taşıma, Eksenel yük taşıma, Açılmalı kaçıklık, Yüksek hız, Düşük sürtünme, Yüksek radyal rijitlik, Yüksek eksenel rijitlik, vb) yer verilmiştir. Tüm Kriterler için Kullanıcıya program sayfası üzerinden seçimi yapabilme imkanı verilmiştir (Şekil 10).

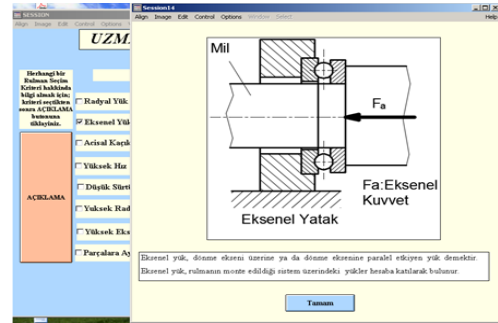
Kullanıcı bu 15 rulman seçim kriterinden herhangi biri hakkında bilgi almak istediği zaman, ilgili kriteri seçtikten sonra **ACIKLAMA** butonuna tıklamalıdır. Örneğin, kullanıcı Radyal Yük Taşıma seçeneğini seçip **ACIKLAMA** butonuna tıkladığında (Şekil 11 (a)), veya Eksenel Yük Taşıma seçeneğini seçip **ACIKLAMA** butonuna tıkladığında (Şekil 11 (b)) ekrana Radyal Yük veya Eksenel Yük ile ilgili görsel ve yazılı anlatımın olduğu pencere açılacaktır. Bu şekilde kullanıcı, diğer rulman seçim kriterleri hakkında da bilgi alabilecektir. Gerekli bilgi alındıktan sonra Tamam butonu ile bu pencere kapatılır.



Şekil 10. Geliştirilen Uzman sistem rulman seçim programının ana sayfası (Mainpage of the expert system-bearing selection program)



(a)



(b)

Şekil 11. (a) Radyal kuvvet (b) Eksenel kuvvet (Radial force and axial force)



(a)



(b)

Şekil 12. Seçim kriterlerine göre örnek rulman tipi seçimi (Sample bearing type selection according to selection criteria)

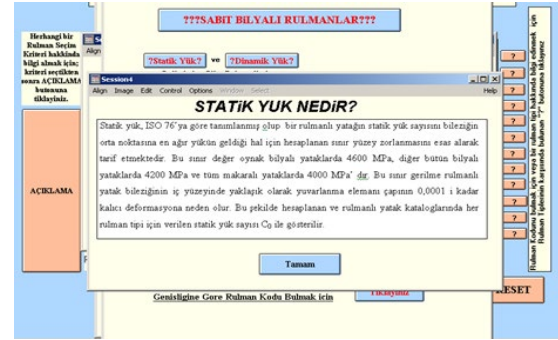
En uygun rulman tipini bulabilmek için rulman seçim kriterleri işaretlenerek **RULMAN TİPİNİ SEÇ** butonuna tıklanır. Uzman Sistem Destekli Rulman Seçim Programımız, işaretlediğimiz rulman seçim kriterlerini çok iyi ya da iyi oranda taşıyan rulman tipinin üzerini kırmızı renkte yakarak, 12 rulman tipi arasından istediğimiz özelliklere en uygun rulman tipini bize gösterecektir (Şekil 12). Örneğin kullanıcı, rulman seçim kriterlerinden radyal yük taşıma, eksenel yük taşıma, açılmalık, yüksek hız, düşük sürtünme, yüksek radyal rijitlik, yüksek eksenel rijitlik, yüksek hassasiyet, radyal boyut ve sızdırmazlık özelliklerini seçip **RULMAN TİPİNİ SEÇ** butonuna tıkladığında program bize **Oynak Makaralı İki Sıralı Rulmanlar'** 1 seçecektir (Şekil 12 (a)). Yine kullanıcı, rulman seçim kriterlerinden radyal yük taşıma, yüksek hız, düşük sürtünme, yüksek radyal rijitlik, eksenel boyut, radyal boyut, sessiz çalışma, sızdırmazlık ve paslanma korumalı özelliklerini seçip

RULMAN TİPİNİ SEÇ butonuna tıkladığında program bize **Sabit Bilyalı Rulmanlar'** 1 seçecektir (Şekil 12 (b)). Rulman tipi belirlendikten sonra rulman kodunu bulmak için ve ya bir rulman tipi hakkında bilgi edinmek için rulman tiplerinin karşısında bulunan **?** butonuna tıklanmalıdır. Örnek olarak Şekil 12 (b)'de seçilen rulman seçim kriterleri sonucu programımızın gösterdiği Sabit Bilyalı Rulmanların karşısında bulunan **?** tıkladığında Şekil 13 (a)'da gösterilen pencere ekrana gelecektir.

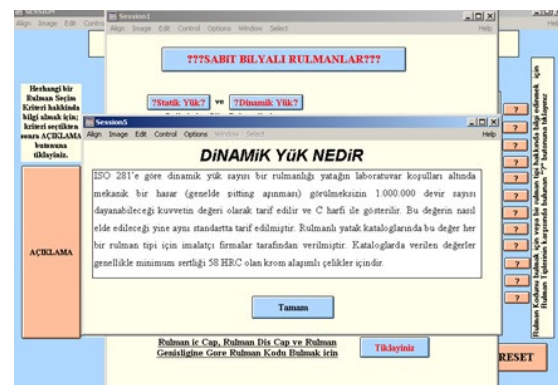


Şekil 13. Sabit bilyeli rulmanlar hakkında açıklama (Description of deep groove ball bearings)

Kullanıcı **????SABİT BİLYALI RULMANLAR???** butonuna tıklayarak seçilmiş olan rulman tipi hakkında bilgi sahibi olacaktır (Şekil 13 b).



(a)

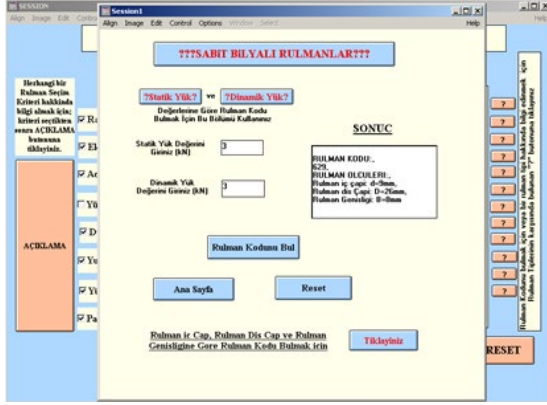


(b)

Şekil 13. Statik yük ya da dinamik yük hakkında açıklama (Description of static load or dynamic load)

Kullanıcı yine bu sayfada bulunan **?Statik Yük?** butonuna ya da **?Dinamik Yük?** butonuna tıklayarak da Şekil 13 (a)'da gösterildiği gibi statik yük ya da Şekil 13 (b)'de gösterildiği gibi dinamik yük hakkında bilgi sahibi olacaktır.

Tablo 1'de ORS rulman sanayi kataloğunda verilen sabit bilyeli rulman boyutları ve taşıyabilecekleri statik ve dinamik yük değerlerinden bir bölümü verilmiştir. Burada verilen değerler max değerler olup programdaki kurallar bu değerlere göre tanımlanmıştır. Kullanıcının girdiği hem statik yük hem de dinamik yük değerinin ikisini birden sağlayan rulmanın kodunu hazırladığımız program SONUÇ ekranında gösterecektir.



Şekil 14. Statik ve dinamik yükler sonucu rulman kodunun bulunması (Determination of bearing code as a result of static and dynamic loads)

Örnek olarak kullanıcı hem statik yük değerini hem de dinamik yük değerini 3 olarak girmiş olsun.

Rulman Kodunu Bul butonuna tıklandığında programımız, sonuç ekranında Rulman kodunu 629 olarak gösterecektir. Ayrıca programımız kullanıcıya, bulunan bu rulman koduna ait rulmanın iç çap (d), dış çap (D) ve rulman genişliği (B) hakkında da bilgi verecektir. Buradan istenirse **Reset** butonuna tıklayarak yeniden statik dinamik yük değerleri girilerek yeni sorgulama yapılabilir. İstenirse **Ana Sayfa** butonuna tıklayarak Ana sayfaya dönülür. Ana sayfadaki **RESET** butonuna tıklanarak program yeni bir rulman tipi sorgusuna hazır hale gelir. Rulman Seçim Kriterleri işaretlenerek yeni bir rulman tipi seçilebilir.

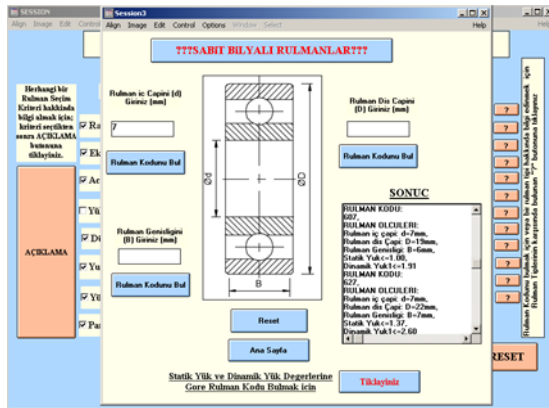
Tablo 1. Sabit bilyeli rulman boyutları için katalog değerleri (Catalog values for deep groove ball bearing dimensions)

Ana ölçüler			Semboller	Yük taşıma kapasitesi	
d	D	B		C _{1so}	C _{0iso}
	mm			kN	kN
3	10	4	623	0.51	0.22
4	13	5	624	1.06	0.51
	16	5	634	1.50	0.75
5	16	5	625	1.50	0.75
	19	6	635	2.21	1.16
6	19	6	626	1.91	1.00
7	19	6	607	1.91	1.00
	22	7	627	2.60	1.37
8	22	7	608	2.60	1.37
9	24	7	609	2.90	1.56
	26	8	629	3.60	2.00
10	28	8	161 00	4.00	2.24
	26	8	60 00	3.96	2.23

Eğer rulman iç çap, rulman dış çap ve ya rulman genişliğine göre rulman kodu bulmak isteniyorsa bu sayfada bulunan **Tıklayınız** butonuna tıklanır. Açılan pencerede (Şekil 15) kullanıcı rulman iç çap, rulman dış çap ya da rulman genişliği değerlerinden sadece birisini kullanarak rulman kodunu bulabilir. Bulunan rulman koduna ait rulmanın iç çap, dış çap, rulman genişliği, taşıyabileceği max statik ve dinamik yükler SONUÇ ekranında gösterilmektedir. Örneğin, kullanıcı rulman iç çap değerini 7 mm olarak girsin.

Rulman Kodunu Bul butonuna tıkladığı zaman program SONUÇ ekranında 607 ve 627 kodlu rulmanları gösterecektir. Aynı zamanda bu rulmanlara ait rulman iç çapı, rulman dış çapı, rulman genişliği, taşıyabileceği statik yük ve taşıyabileceği dinamik

yük değerlerindeki yine SONUÇ ekranında gösterecektir (Şekil 15).



Şekil 15. Rulman iç çap değerine göre rulman kodunun gösterilişi (Indication of bearing code according to bearing inner diameter)

Eğer girilen rulman çap değerlerinde ya da rulman genişliğinde birden fazla rulman kodu varsa program bu rulman kodlarını da SONUÇ ekranında gösterecektir (Şekil 15). Ayrıca yine kullanıcıya bilgi vermesi açısından her rulman tipinin iki boyutlu resmi ve bu resim üzerinde rulman iç çapı (d), rulman dış çapı (D) ve rulman genişliği (B) gösterilmiştir. Böylelikle kullanıcı bu konularda da bilgi sahibi olacaktır.

Kullanıcı bu sayfada iken **Reset** butonu ile yeni bir sorgu için girilen değerleri sıfırlayabilir, **Ana Sayfa** butonu ile de ana sayfaya dönebilir. Ya da statik yük ve dinamik yüklerle rulman kodu bulma sayfasına da dönebilir.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Günümüzde hemen hemen her alanda kullanılan rulmanların seçimi oldukça karmaşık ve zaman alan bir işlemdir. Bu karmaşık işlemi kolaylaştırmak ve doğru rulman seçiminin yapılabilmesini için KAPPA-PC paket programı ile bir uzman sistem geliştirilmiştir. Uzman Sistem Destekli Rulman Seçim Programı ile kullanım amaçlarına, kullanım yerlerine ve istenen özelliklere göre 15 tane rulman seçim kriterleri belirlenmiştir. Kullanıcının gerek duyması halinde, rulman seçim kriterleri hakkında görsel ve yazılı olarak kullanıcının bilgilenebilmesi sağlanmıştır. ORS rulman kataloğu kullanılarak bu kriterlere uygun 12 çeşit rulman tipi belirlenmiştir. Geliştirilen uzman sistem, girilen kriterlere göre en uygun rulmanı kullanıcıya önermektedir. Bununla birlikte, kullanıcının gerek duyması halinde önerilen rulman tipi hakkında görsel ve yazılı olarak kullanıcının bilgilenebilmesi sağlanmıştır. Rulman tipi belirlendikten sonra kullanıcı isterse statik yük ve dinamik yük değerlerine göre, isterse de rulman iç çapı (d), rulman dış çapı (D) ya da rulman genişliği (B) değerine göre

rulman kodunu bulabilmesi imkânı verilmiştir. Tasarlanan program kullanıcı yüzü sayesinde, rulman seçimi konusunda uzman olmayan kullanıcıların programı kolay kullanabilmesi ve en uygun rulmanı bulabilmesi sağlanmıştır. Böylelikle de Rulman seçimi ile ilgili olarak ihtiyaç duyulan uzman gereksinimi ve ilgili tablolara bakma ihtiyacı en aza indirgenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Dalmış, F., "CH Robofil 290 CNC Tel Erezyon Tezgaşlarındaki Arızaların Tesbiti Amacıyla Bir Uzman Sistem Geliştirilmesi", Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [2] Zeyveli, M., Güldas, A., "Taslama Operasyonları İçin Uzman Sistem Destekli Zımpara Taşı Seçimi", *Teknoloji Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, s.241-249, 2004.
- [3] Adalı, E., "Üretimde Uzman Sistem Çözümü", *Proceedings of the First Turkish Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, 1996. 525-535, s.30-31.*
- [4] Dalmış, S., "Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri Ve Bir Ekici Çark Tasarımı", Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2000.
- [5] Liu, T.I., Singonahalli J.H., Iyer N.R., "Detection of Roller Bearing Defects Using Expert System and Fuzzy Logic", *Department of Mechanical Engineering, California State University-Sacramento, Sacramento, CA, U.S.A. 1995.* doi.org/10.1006/mssp.1996.0041
- [6] Sim, S. K., Chan Y.W., "A Knowledge-Based Expert System for Rolling Element Bearing Selection in Mechanical Engineering Design", *School of Mechanical and Production Engineering, Nanyang Technological University, Nanyang Avenue, Singapore, 2263, 1991.* doi.org/10.1016/0954-1810(91)90035-M
- [7] Fagan, M. J., "Expert systems applied to mechanical engineering design-experience with bearing selection and application program", *Computer-Aided Design*, Volume 19, Issue 7, 361-367, 1987. doi.org/10.1016/0010-4485(87)90036-4
- [8] Pathak, M. A., Ahluwalia, "An Expert System for the Design and Selection of Ball Bearing Parameters", *Industrial Engineering Department, West Virginia University, Morgantown, WV, 317-322, 1990.* doi.org/10.1016/0261-3069(90)90015-C

[9] Ramachandran, N., Shah, A., Langrana, N.A., “Expert System Approach in Design of Mechanical Components, Department of Mechanical and Aerospace Engineering”, *Rutgers, The State University of New Jersey*, New Brunswick, New Jersey, 185-195, 1988.
doi.org/10.1007/BF01213980

[10] Kaçal A., Işık A., Erginli M., “Bilgisayar Destekli Rulman Seçimi”, *Fen Bilimleri Dergisi*, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2003.

[11] Tan, C., F., vd, “An Expert Machine Tools Selection System for Turning Operation”, *7th International Conference on Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014)*, Netherlands, 2014.

[12] Kayır, Y., Demirer, E., Güneş, S., “Takma Uçlu Matkap Ve Kesme Parametrelerinin Seçimi için Bir Uzman Sistem”, *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5, 2, 797-806, 2018.
DOI: 10.31202/ecjse.424109

[13] Kayır, Y., Güneş, S., Demirer, E., “Vidaların Açılmasında Kesici Uç Seçimi Yapan Bir Uzman Sistem”, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4, 3, 176-182, 2018.
DOI: 10.30855/GJES.2018.04.03.004

[14] Telek, K., Kayır, Y., “To Select Aluminum Alloys for Many Applications With an Expert System”, *International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16)*, Konya, 2016.

[15] Dilipak, H., “Torna Operasyonları İçin Uzman Sistemlerine Dayalı Kesici Seçimi”, *Makina İmalat Kongresi, İTÜ, İstanbul, Haziran 1997*.

[16] Gülesin, M., “Sanayide Uzman Sistem Uygulamaları”, Ders Notları, Ankara, 1997.

[17] Sell, P. S., *Expert Systems: A Practical Introduction*, Macmillan Publishers Ltd, p 1-7, 1985.

[18] Jonhson, P.E., “What Kind of Expert Should A System Be?”, *The Journal of Medicine and Philosophy*, Vol. 8, p77-79, 1983.
doi.org/10.1093/jmp/8.1.77

[19] Sahin, I., Calp, M., Özkan, A., “An Expert System Design and Application for Hydroponics Greenhouse Systems”, *Gazi University Journal of Science*, 27(2), 809-822, 2014.

[20] Özkan, M.T., Gülesin, M., “Uzman sistem Yaklaşımı ile Civata ve Dişli Çark Seçimi”, *Turk J Engin Environ Sci*, 25, 169-177, 2001.

[21] Winstanley, G., *Artificial Intelligence in Engineering*, New York, 1991.

[22] Akkurt, M., *Makine Elemanları I*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1990.

[23] Çiçek, A., “Dinamik ve Statik Yüklere Göre Bilgisayar Destekli Rulman Seçimi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7, 2, 91-103, Afyon, 2007.

[24] ORS rulmanları kataloğu, Ankara.

[25] Ugraş, A., Kayır, Y., “An Expert System for Boring Tools Used for Machining Holes”, *International Conference on Advanced Technology & Sciences (ICAT'16)*, Konya, 2016.

[26] Başak, H., “Uzman Sistem Yaklaşımı ile Vida Açma Operasyonları İçin Kılavuz Seçimi”, *Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt:5, Sayı 1, 901-910, Denizli, 1999.

Yunus KAYIR

1970 Yalova doğumlu olan Yunus Kayır, 1992 yılında Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümünden mezun oldu. 1993 Yılında mezun olduğu bölüme araştırma görevlisi oldu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, 1992 yılında Yüksek Lisans ve 2001 yılında ise Doktora çalışmalarında bulundu. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Talaşlı Üretim Anabilim Dalında, 2002 Yılında Öğr. Grv, 2008 Yılında Dr. Öğr. Üyesi, olarak çalıştı. 2018 yılında Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümüne Doç. Dr. olarak göreve başladı. Uzman Sistemler, İşlenebilirlik, kesme kuvvetleri, Optimizasyon konularında makaleleri bulunan Doç. Dr. Yunus Kayır, evli olup 3 çocuk sahibidir.

Ramazan MERGEN

Afyonkarahisar doğdu. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, Talaşlı Üretim Öğretmenliği Anabilim dalından 1997 yılında mezun oldu. Teknik öğretmen olarak yurdun birçok yerinde görev yaptı. 2004 yılında Yüksek lisansı bitiren Ramazan Mergen, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümünde Doktora çalışmalarını sürdürmekte olup, Ankara/Yenimahalle Şehit Mehmet Şengül Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde okulunda Makine Teknolojisi Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

Ömer ASAL

1974 yılında doğdu. Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Talaşlı Üretim Öğretmenliği Anabilim dalından 1998 yılında mezun oldu. 1999-2000 yıllarında Bolu ve Ankara'da teknik öğretmenlik yaptı. 2000 yılında Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Üretim Planlama ve Kontrol Eğitimi Anabilim dalından Arş. Gör., 2009 yılında Öğretim Görevlisi, 2011 yılında Yard. Doç. Dr. ünvanını aldı. 2001 yılında Yüksek lisansını, 2009 yılında doktorasını bitirdi. Üretim Yönetimi, İşletme Yönetimi, İşlenebilirlik, İş Sağlığı ve Güvenliği konularında çalışmaları vardır. Evli ve bir çocuk sahibidir.

Matematikte Dört İşlem Becerisinin Geliştirilmesi için Dijital Oyun Tasarımı ve Öğrenci Başarısına Etkileri

Hayri İNCEKARA^{*,a}, Şakir TAŞDEMİR^b

^{a,*} Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, KONYA 42003, TÜRKİYE

^b Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, KONYA 42003, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 02.10.2019
Kabul: 26.11.2019

Anahtar Kelimeler:
Dijital Oyun, Dört
İşlem Öğrenme,
Eğitsel Oyun Tasarımı

***Sorumlu Yazar:**
e-posta:
incekara86@hotmail.c
om

ÖZET

Bilgisayar destekli dijital oyunları oynayanların sayısı ve oyuncuların oyun başında geçirdikleri süre her geçen gün artmaktadır. Bu sürelerin daha verimli bir şekilde geçirilebilmesi için motivasyon gücü yüksek olan oyunların eğitim sürecinde kullanılması gerekmektedir. Böylece öğrenci hoşça vakit geçirirken öğretilmek istenilen konuyu öğrenebilecek, oyun ortamı ile öğrencideki kaygı azalacak ve bireyselleştirilmiş öğrenme ile öğrencide oluşan yapamama korkusu yenilebilecektir. Bu çalışmada, C# programlama dili kullanılarak bir yılan oyunu tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu oyun temel öğretim kademesindeki 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden 123 öğrenciye oynatılmıştır. Yapılan çalışma ile matematikte dört işlem konusu, yılan oyunu ile birleştirilerek eğitimin eğlenceli bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bir eğitsel yılan oyunu tasarlanmış, oynatılmış ve tasarlanan oyun ile ilgili anket soruları bir araştırma çerçevesinde ilköğretim 3. ve 4. sınıfa giden 123 öğrenciye uygulanmıştır. Alınan cevaplar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucuna göre öğrencilerin %85'i yapılan çalışmanın matematikte dört işlem konusunu anlamada ve bildiklerini geliştirmekte faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.03>

The Design Of A Digital Game For Developing Four Operations Skills In Mathematics And Its Effects On Student Success

ARTICLE INFO

Received: 02.10.2019
Accepted: 26.11.2019

Keywords:
Digital Game, Four
operations learning,
Educational Game
Design

***Corresponding
Authors**
e-mail:
incekara86@hotmail.c
om

ABSTRACT

The number of people who play computer-aided digital games and the amount of time the players spend at the game is increasing day by day. To pass these periods more efficiently, the games with high motivation should be used in the educational process. Thus, the student will be able to learn the subject while having a pleasant time, the anxiety of the student will be reduced with the game environment and the fear of failure will be overcome with the individualized learning. In this study, a snake game design was realized by using C# programming language. This game was played by 123 students from 3rd and 4th grade students in basic education level. The aim of the study was to combine the four mathematical operations with the snake game and make the education fun. For this purpose, an educational snake game was designed and played by the students and the questionnaire related to the game was applied to 123 students attending 3rd and 4th grades of primary education. The responses were evaluated statistically and the results were examined. According to the results of the research, 85% of the students stated that the study is useful in understanding the four operations in mathematics and developing what they know.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.03>

1. INTRODUCTION (GİRİŞ)

Technological advances lead to changes in people's interests and habits, perception and interpretation and learning methods [1], [2]. Along with the changing technology, the change that has started in many areas has also shown itself in the field of games and entertainment. With this change, the qualities of the games have also changed and today the concept of games is generally understood as computer games. One of the main reasons for this is that the computer has become an indispensable part of our lives. Nowadays, computer games, which are more preferred than other environments as an entertainment tool, attract the attention of people of all ages and players spend a lot of time on computer games. It was seen that World of Warcraft players spend 22.7 hours a week for the game. The total time spent on "Call of Duty Black Ops" exceeded 600 million hours within the first month after the game was released [3].

When learners are motivated by what they want to learn, they desire to spend time and effort for learning and use what they have learned in the future [4]. According to Malone, the use of computer games in education and training increases the motivation of learners [4], [5]. Therefore, an effective and efficient learning environment will be created by using computer games in education. Educational computer games are not only an interesting type of game, but also help students to develop their skills and include information about the course in which the game is prepared [6]. Students will learn about the subject and reinforce their previous knowledge while having a pleasant time with educational computer games [7]. Thus, educational computer games will increase the students' interest in the lessons and contribute to the permanent learning. Çankaya and Karamete[8] have designed an educational game about the ratio-ratio in mathematics for primary school students. Then, they examined the effect of the game they designed on the students' educational computer games and their attitudes about mathematics lesson. As a result, students' attitudes towards mathematics course with educational computer games were positive. Topçu ve ark. [9] conducted a study in order to reveal the opinions of prospective elementary school teachers about the use of educational computer games in the teaching of elementary mathematics. As a result of the research used qualitative research methods, prospective teachers stated that educational computer games would provide benefits such as visualizing concepts, developing thinking skills, learning by

having fun, games endear mathematics lesson and learning more permanent.

According to Malone, who states that motivation is necessary for effective learning, intrinsic motivation factors must be present in the game to create a good and interesting computer game. These intrinsic motivation elements are fantasy, challenge and curiosity. Another intrinsic motivation is control [4], [10]. The high teaching capacity of these features in computer games reveals the necessity of using computer games in education and training. Bakar ve ark. [11] conducted a study to reveal students' views on the use of educational computer games in courses in formal education. They carried out the study during 9 weeks with the 6th grade students who took social studies course. As a result of the research used qualitative research methods, it was stated that the use of educational games in social studies course increased the motivation of the students and the students liked the educational games. In addition, Ercan ve ark. [12] prepared a web-supported material called "kimyagerin sınıfı" for 9th grade students. 54 students participated in the study and quasi-experimental research design was used in the study. Experimental research lasted 4 weeks and the results of the research indicated that there was a significant difference in the students' attitudes towards chemistry and academic achievement in favor of the experimental group.

Computer games offer an individualized learning environment that takes into account the student's interests and desires, appropriate for the level and could be arranged to the learning speed of the student. In addition, with the help of educational computer games, the student stays active during the game, which makes a significant contribution to the realization of permanent learning.

The time spent on the games is increasing in the world and in our country. In this study, an educational snake game was designed to convert the time spent on the game to a more productive process and to provide students with educational information in this period. It is aimed to develop four mathematical operations with the game of snake, which attracts people of all ages in the world. To this end, the player will use the numbers and operations on the playing field to obtain the desired number of points while playing the snake game. In this way, it will be possible to develop the students' mental computation skills, to provide education in a fun way and to provide effective and permanent learning with active participation. In

addition, the player can choose a game that suits his / her own level in the study so that people of all ages can play educational snake game.

In this study, it is aimed to improve the four operations of 2nd grade and above students, to reinforce their existing knowledge and to change their negative attitudes towards mathematics. For this purpose, a digital snake game was designed using C# programming language to enable students to perform four operations in mathematics by playing games. The designed educational snake game was played by 123 students consisting of 3rd and 4th grade students in primary school and a questionnaire was conducted with these students. With this survey, students' attitudes towards mathematics and game were tried to be determined and thus the effects of educational game on mathematics achievement and student motivation were evaluated and the results were presented as proportional and statistical.

1.1 Digital Gaming (*Dijital Oyun*)

The progress of technology day by day, urbanization, decreasing playgrounds and access to technology have changed the playing habits of children. Nowadays traditional games have been replaced by digital games which is playing in digital areas such as computers and phones. In the first time produced for entertainment purposes, digital games were used for educational purposes in the future. Digital games designed for educational purposes are called educational digital games[13].

2. METHOD (*YÖNTEM*)

2.1. Working Group (*Çalışma Grubu*)

The research related to the game design was carried out with 123 students randomly selected from the 3rd and 4th grade students of a primary school in Karatay district of Konya. 71 female and 52 male students participated in the survey. In the study, the distribution of male and female student were in balance.

2.2. Game and Educational Computer Games (*Oyun ve Eğitsel Bilgisayar Oyunları*)

There is no definite definition for the game concept. Generally speaking, game is something that people do willingly and obligatory works are not games [14], [15]. According to Plensky, there are six

basic elements that must be present in a game [16]. These are: rules, goals and objectives, outputs and feedbacks, competition / competition, interaction and story. Games are considered to have positive effects on the motivation of players [10]. With this motivation, players will be able to gain the information they need while they are playing the game. Games can be used in education as an alternative, complementary and enriching to other teaching methods [17]. According to Demirel et al., games are the software created in game format to improve students' problem solving competencies and to enable them to learn course topics [18]. If the educational games which contribute to the development of students' decision making, thinking and communication skills are well designed, the entertainment and learning process can be provided simultaneously. In this way, students will be more willing to learn the subject and an efficient learning will be provided. The fact that educational computer games are learned easily allows users of all ages to play these games.

2.3. Four Operations with Educational Snake Game (*Eğitsel Yılan Oyunu İle Dört İşlem Hesaplama*)

Educational snake game is a game designed for 2nd grade and above students to develop their skills for four mathematical operations and to reinforce their current knowledge.

It is thought that the anxiety about mathematics plays an important role in the failure of the students [19]. Students are afraid to make mistake in mathematics, so they avoid maths and then fail [20]. New methods such as direct expression and question-answer techniques, which support traditional techniques and compatible with developing technology, should be preferred to eliminate prejudices against mathematics and to make students like mathematics [21]. The educational snake game designed for this purpose provides an environment that can create student-centered learning, motivate the student and increase his/her interest in the lesson.

With the educational snake game, each student will be able to play at an appropriate level for them. In this way, students' confidence will develop with questions that go from easy to difficult and fear of failure will be overcome. With the educational snake game, the student will be actively involved in the education process by having fun without being bored and by making and living. The fact that the student will be

active during the game will make him interested in the lesson and the subjects will be more permanent.

The educational snake game is a game that students can learn while having fun. Before starting the game, the student will select a difficulty level in the screen that corresponds to his or her level. Figure 1 below shows the level screen.

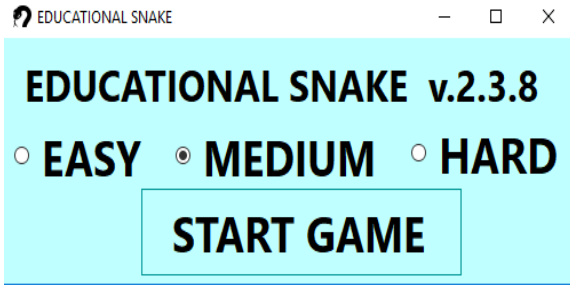


Figure 1. Level Screen (*Seviye Ekranı*)

After the difficulty level is determined, the game window in Figure 2 will be displayed in which the player is asked the questions according to the difficulty level. The student will try to get the desired number by taking the numbers and the processes in the playing field with the snake. There is a time limit for this process. The sooner the student answers the desired number, the different points will be obtained according to the response time. In this way, the game will not be monotonous and the player will be able to participate more actively. Figure 2 below shows the screenshot of the educational snake game.

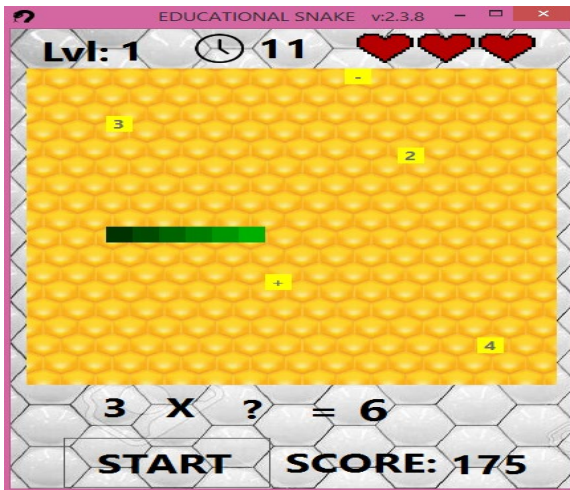


Figure 2. The screenshot of the educational snake game (*Eğitsel yılan oyunu ekran görüntüsü*)

Game so that continuity in the game is provided and it is aimed not to let the player leave the game in any wrong. If the desired number cannot be found or incorrectly answered in the educational snake game, one of the 3 lives given to the player will go away. The game will end when all 3 lives given to the player are completely over. In addition, the heart-shaped signs where bonus (difficult) questions are asked will appear on the playing field at certain stages of the game. If the player receives the bonus mark, a more difficult question will be asked to the player than the existing questions. When the player answers the question correctly, the player will receive an extra life and be awarded a higher score. Figure 3 below shows Bonus Question.

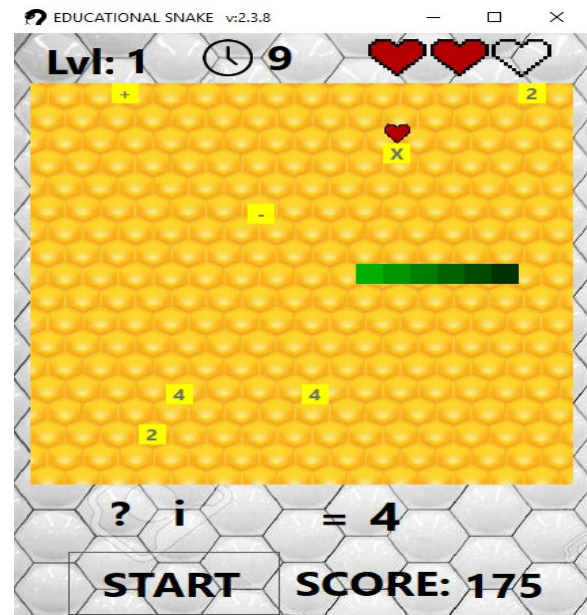


Figure 3. Bonus Question (*Bonus Soru*)

As the player answers the questions correctly, the difficulty level of the questions will increase at certain intervals according to the number and score of the questions answered correctly. As the level increases, the student will be able to see his / her level from the top left of the playing field. Thus, the player will not constantly face the same numbers and processes. It is aimed to improve the player continuously by increasing the difficulty level in certain stages of the game. There are 8 levels that the player can reach in each difficulty level determined at the beginning of the game. According to each difficulty level, the student is asked appropriate questions and processes. In this way, an individualized training will be provided for each student.

In the educational snake game, the players who lose all their lives will see a score window. In this

window, the student will be able to register his / her name and see the scores of the other players and the highest rated player. Thus, the competitive environment which increases the motivation of the

player, one of the elements of the game, will be provided.

Figure 4 below shows the screenshot of the educational snake game flow diagram .

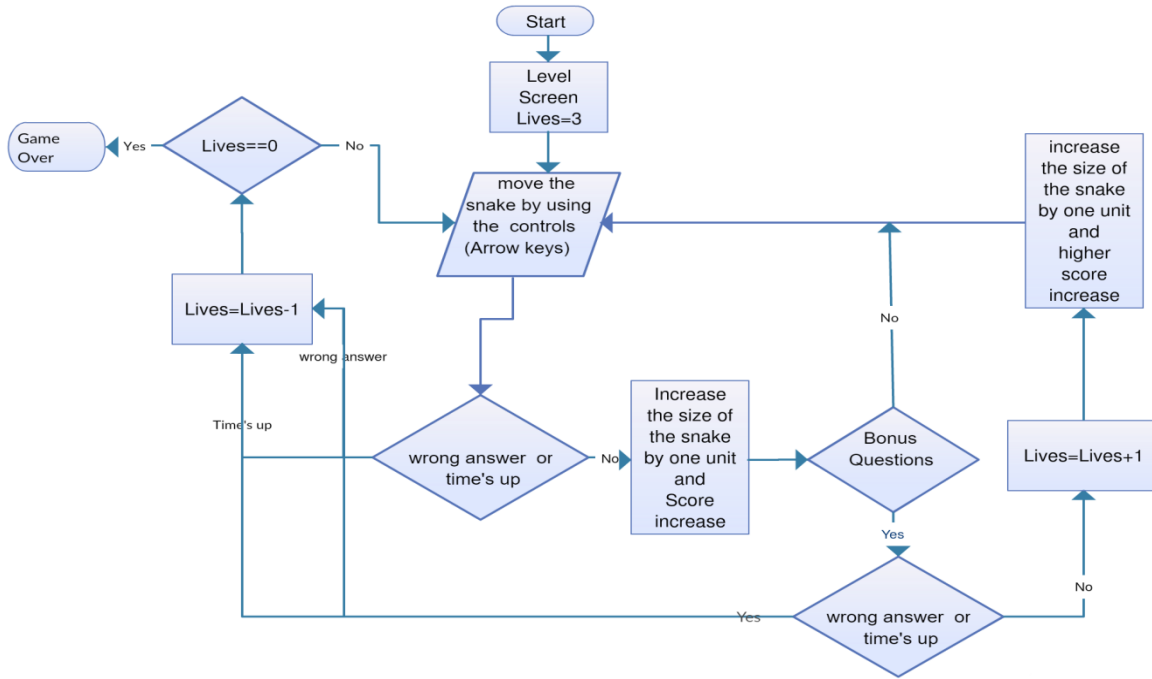


Figure 4. Educational snake game flow diagram (Eğitsel yılan oyunu akış diyagramı)

3. FINDINGS (BULGULAR)

The research on educational snake game was carried out with 123 students consisting of 3rd and 4th grade students. 71 female and 52 male students participated in the survey. Students were informed about the study and educational snake game in advance. The percentage distribution of the questions asked to the students for the research and the answers given by the students are shown in Table 1 below.

Table 1. Research questions and results of educational snake game (Eğitsel yılan oyunu araştırma soru ve sonuçları)

No	Questions	Yes	No	Partly
1	Do you like maths lesson?	73	6	21
2	Do you get bored during maths lesson?	13	65	22
3	Do you use four operations well in daily life?	61	5	34
4	Do you solve four operations problems in mind?	43	11	46
5	Do you like playing computer games?	78	2	20
6	Do you like educational computer games?	82	4	14
7	Do you think using educational games in maths is useful?	70	11	19
8	Do you get interested in lesson more if games are used in four operations?	70	9	21
9	Does the use of computer games in maths help you like lesson and make you more interested?	76	6	18
10	Did educational snake game help you understand the lesson and improve what you know?	85	3	12

According to the answers given to the survey questions of the students participating in the research, 73% of the students like mathematics. While the number of the students using four operations well in daily life was 61%, this number decreased to 43% in solving four operations questions in mind. 70% of the students stated that it would be good to use computer games in mathematics lesson and four operations. Figure 5 below shows graphical representation of students' answers to research questions.

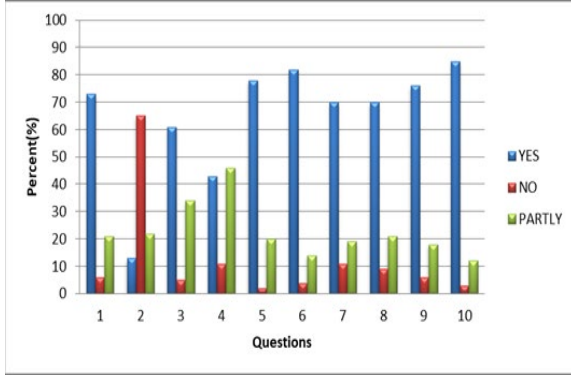


Figure 5. Response rates given to educational snake game survey questions (*Eğitsel yılan oyunu anket sorularına verilen cevap oranları*)

After playing the educational snake game, 85% of the students answered 'yes' to the question of whether the educational snake game was useful for students to understand the course and improve what they knew. During the interview, a student stated that there was not a game or interesting content in the courses, so the educational snake game was very good and he/she liked it. And another student said "Sometimes there are visual videos in science classes, but in math class there are no games or other content, I wish these games were made for all subjects".

As it was understood from the interviews with the students and the results of the survey, the students

initially stated 70% positive opinion for the effect of the game on the lesson, and this ratio increased to 85% after playing the educational snake game. According to these results, the students could not express a definite opinion for the positive effect of the game on the lessons because they had never encountered such a game before, but after playing the game they reached a more definite conclusion. Supporting the mathematics course with different content attracted the students' interest and helped them to understand the contribution of the game to the lessons.

According to the research, 5% of the students who answered 'yes' to the question "Do you love mathematics?" said 'yes' to the question "Do you get bored during mathematical operations?" and 20% of them said 'partly' to the same question. 65% of these students answered 'yes' to the question "Do you use four operations well in daily life?" and 32% of them said 'partly'. 48% of them answered 'yes' to the question "Can you solve four operations questions in mind?" and 47% said 'partly'. 79% of the students who liked mathematics stated that it would be good to use games in mathematics, and 84% said that educational snake games were beneficial. According to these results, the level of active use of four operations by students who love mathematics is low and the rate of solving four operations questions in mind is lower. With the educational snake game, it will be possible for the students who love mathematics to further develop their low skills for four operations. In addition, since they will actively perform mind gymnastics while playing games, the rate of solving math in mind, which is 48% among students, can be increased further. In 6 below, the percentage distribution of the answers given by some of the students who answered Yes to the question "Do you like mathematics?" is shown graphically.

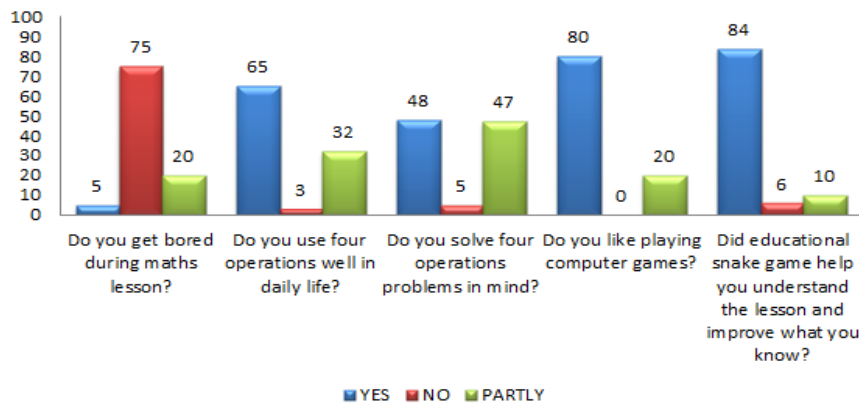


Figure 6. Response rate of the students who answered ‘yes’ to the question “Do you like mathematics?” (“Matematik dersini seviyor musunuz” sorusuna Evet diyen öğrenci cevap oranları)

The answers given by the students who answered ‘partly’ to the question “Do you like math lesson?” are as follows: While 29% of the students answered ‘yes’ to the question “Do you get bored while you are doing maths?”, 38% of them answered ‘partly’. 57% of them answered ‘yes’ to the question “Do you use four mathematical operations well in daily life?” and 43% said ‘partly.’ 29% of them answered ‘yes’ to the question “Can you solve four operations questions in mind?” and 48% said ‘partly.’ 88% of these students

stated that they liked to play computer games, and after playing the designed educational snake game, 95% of them said ‘yes’ to the question “Did four mathematical operations game help you understand the lesson and improve what you know?” In 7 below, the percentage distributions of the answers given by some of the students who answered ‘partly’ to the question “Do you like maths lessons?” are shown graphically.

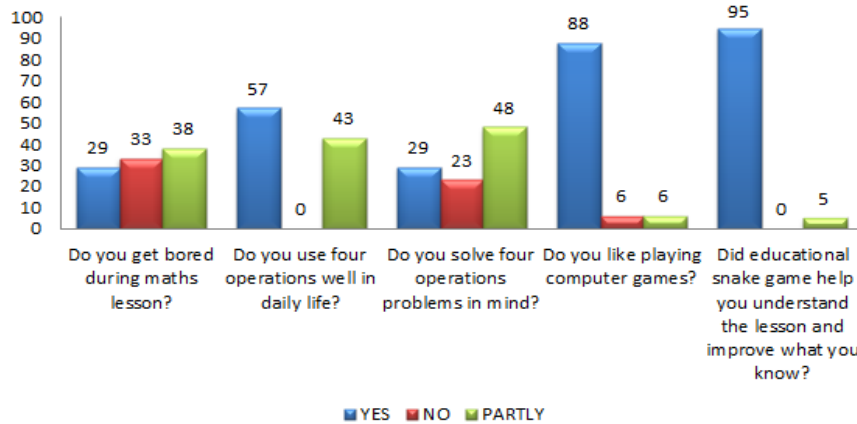


Figure 7. Response rates of the students who answered ‘partly’ to the question “Do you like maths lessons?” (“Matematik dersini seviyor musunuz” sorusuna Kısmen diyen öğrenci cevap oranları)

80% of the students who answered ‘no’ to the question “Do you like maths?” said ‘yes’ to the question “Do you get bored while doing maths?” 17% of these students answered ‘yes’ to the question “Do you use four mathematical operations well in daily life?” and 33% said ‘partly’ to the same question. 33% of the students answered ‘yes’ to the question “Can you solve four operations in mind?” and 33% of them said ‘partly’ to the same question.

Again, 83% of these students stated that they liked to play computer games. 83% of them said ‘yes’ to the question “Did four mathematical operations game help you understand the lesson and improve what you know?” Figure 8 below shows the proportional representation of the answers given by the students who answered ‘No’ to the question “Do you like mathematics?”

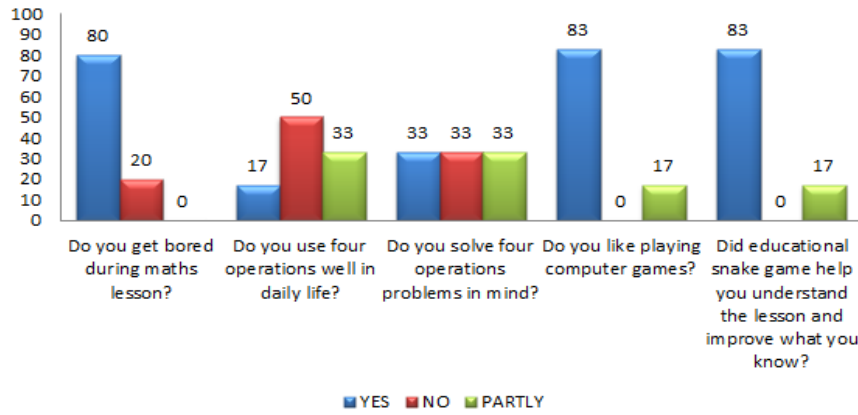


Figure 8. Response rates of the students who answered ‘no’ to the question “Do you like maths lessons? (*“Matematik dersini seviyor musunuz” sorusuna Hayır diyen öğrenci cevap oranları*)

According to the above results, computer games are a positive reinforcement for students. In addition, the educational snake game attracted the attention of the students and, since they never had such an experience before, they saw and understood that games could be used not only to spend time but to be useful. From all these results, it was seen that educational snake game had positive effects on students.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS (SONUÇLAR VE ÖNERİLER)

According to the results of the research and face-to-face interviews with the students, as the students’ interest in mathematics decreases, this attitude is manifested in all subjects related to mathematics even if it is easy or difficult. It was seen that the students with low interest in mathematics had a positive interest in computer games. In addition, it was observed that not only the students who did not like maths but all students were interested in computer games. According to these results, while educational computer game had a task of repeating the lesson, mind exercise and reinforcing the knowledge for students who loved mathematics lesson, it provided the ability to choose games according to the level and the questions from easy to difficult and it also sustained individual learning. In this way, as the students solved the questions with the game, their prejudices against the mathematics lesson decreased and they were able to overcome the feeling of not being able to solve the mathematical problems because they experienced the feeling of success.

According to the results of the research, 80% of the students like to play computer games and 85% of the

students found the educational snake game successful. The children who play the designed snake game stated that this game is useful for understanding the lesson better and improving what they know.

With this kind of computer-aided digital games, the student will learn the subject in a pleasant environment. Game environment reduces anxiety in student, increases student’s self-confidence and provides individual learning environment. The motivation of the student will increase with the games, and thus permanent learning will be realized. In addition, since the student is constantly active during the game, an effective and efficient learning will be provided. Because of all these benefits, game is an area that needs to be emphasized and studied in education.

5. REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] A. Kula and M. Erdem, “The effect of educational computer games in development of basic arithmetical operation skills”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 29, pp. 127-136, 2005.
- [2] C. Eldem, N. Top, and H. Şahin, “Dijital İnsan Modelleri Kullanarak Otomobil Sürücüsü Duruş Pozisyonlarının Ergonomik Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma”, Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD), vol. 5, no. 1, pp. 22-31, 2019.
- [3] M. E. Korkusuz and A. Karamete, “Eğitsel oyun geliştirme modelleri”, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, vol. 7, no. 2, pp. 78-109, 2013.

- [4] T. W. Malone, "What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games", ProQuest Information & Learning, 1980.
- [5] H. Tuzun, "Educational computer games and a case: Quest Atlantis", Hacettepe University Journal of Education, vol. 30, pp. 220-229, 2006.
- [6] E. Bayırtepe and H. Tuzun, "The effects of game-based learning environments on students' achievement and self-efficacy in a computer course", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi-Hacettepe University Journal of Education, no. 33, pp. 41-54, 2007.
- [7] R. M. Bottino, L. Ferlino, M. Ott, and M. Tavella, "Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level", Computers & Education, vol. 49, no. 4, pp. 1272-1286, 2007.
- [8] S. Çankaya and A. Karamete, "Eğitsel bilgisayar oyunlarının öğrencilerin matematik dersine ve eğitsel bilgisayar oyunlarına yönelik tutumlarına etkisi", Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 4, no. 2, 2008.
- [9] H. Topçu, S. Küçük, and Y. Göktaş, "Sınıf öğretmeni adaylarının ilköğretim matematik öğretiminde eğitsel bilgisayar oyunlarının kullanımına yönelik görüşleri", Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), vol. 5, no. 2, pp. 119-136, 2014.
- [10] R. Garris, R. Ahlers, and J. E. Driskell, "Games, motivation, and learning: A research and practice model", Simulation & gaming, vol. 33, no. 4, pp. 441-467, 2002.
- [11] A. Bakar, H. Tüzün, and K. Çağiltay, "Öğrencilerin eğitsel bilgisayar oyunu kullanımına ilişkin görüşleri: Sosyal bilgiler dersi örneği", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 35, no. 35, pp. 27-37, 2008.
- [12] O. Ercan, E. Ural, and D. Özateş, "Web Destekli Öğretimin Karışımlar Konusunda Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kimyaya Karşı Tutumlarına Etkisi The Effect of Web Assisted Teaching on Students' Achievement in the Subject of Mixtures and Attitudes towards Chemistry", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 31, no. 1, pp. 163-179, 2015.
- [13] K. Kiili, "Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model", The Internet and higher education, vol. 8, no. 1, pp. 13-24, 2005.
- [14] H. Çamlıyer and H. Çamlıyer, "Eğitim bütünlüğü içinde çocuk hareket eğitimi ve oyun", Can Ofset, Manisa, 1997.
- [15] U. Erkan, "İşlem Oyununun Yapay Zeka Destekli Simülasyonu, Gaziosmanpaşa Üniversitesi", Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 2012.
- [16] M. Prensky, "Fun, play and games: What makes games engaging", Digital game-based learning, vol. 5, no. 1, pp. 5-31, 2001.
- [17] M. Çoban, Ö. Yıldırım, and Y. Göktaş, "Evaluation of Game Engines Used in Educational Games Design", 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, 2011, pp. 22-24.
- [18] Ö. Demirel, S. S. Seferoğlu, and E. Yağcı, "Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Pegem A Yayıncılık, 2004.
- [19] K. Yenilmez and N. Özbey, "Özel okul ve devlet okulu öğrencilerinin matematik kaygı düzeyleri üzerine bir araştırma", Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, vol. 19, no. 2, pp. 431-448, 2006.
- [20] T. Hangül and Ü. Devrim, "The effect of the computer assisted instruction (CAI) on student attitude in mathematics teaching of primary school 8th class and views of students towards CAI", Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education, vol. 4, no. 2, pp. 154-176, 2010.
- [21] H. Incekara, B. Tezcan, S. Alan and Ş. Taşdemir, "Educational Design of A Snake Game For Basic Mathematical Operations With A Different Approach", Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology 2017:ISRES Publishing, 2017, pp. 48-53.

Hayri İNCEKARA

Hayri İncekara was born in Konya, Turkey, 1986. After he graduated from highschool in Konya he went to Gazi University in Ankara and he completed his B.S. at there in 2008. In 2008, he attended the MSc programme at the Electronic and Computer Systems Training Department in Selçuk University and graduated in 2010. Selcuk University is continuing his PhD education in Information Technology Engineering. His current fields of research are control, artificial intelligence, programming languages, unmanned aerial vehicles and robotics.

Şakir TAŞDEMİR

Şakir Taşdemir was born in Sinop in the year of 1971. After he graduated from highschool in Sinop he went to Gazi University in Ankara and he completed his B.S. at there in 1994. Then he studied and completed his M.S. at Selçuk University in 2004. After this he finally had his Ph.D. from Selçuk University, Graduate School of Natural Sciences, Department of Electrical-Electronic Engineering in 2010. As a result of his education and accomplishments he possesses the technical skills such as image processing-analysing, ability to work on the field of Artificial Intelligence, digital game designing and programming mobil programming (for android), web programming (HTML-PHP-MYSQL).

Ticari Saflıktaki Molibden Malzemesine HSS Kılavuzla Vida Açma İşleminde Kesme Hızının Etkisi

Hüseyin GÖKÇE^{*a}, Mehtap YAVUZ^b

^{a,*} Çankırı Karatekin Üniversitesi Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, ÇANKIRI 18200, TÜRKİYE

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi Elektronik ve Otomasyon Bölümü, ÇANKIRI 18200, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 07.10.2019
Kabul: 08.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Vida geometrisi
Kılavuzla vida açma
Molibden

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
huseyingokce@karate
kin.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, iyi mekanik özellikler sergileyen ticari saflıktaki molibden malzemeye kılavuz çekilmiştir. Ticari saflıktaki molibden malzeme üzerinde gerçekleştirilen vida açma operasyonlarında, düşük maliyet ve yüksek verimlilik esas alınarak uygun kesme hızının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla HSS kılavuz kullanılarak dokuz farklı kesme hızında (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 m/dak) vida açma işlemi gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda, vida dişlerinin görüntüleri alınmış, diş üstü, diş dibi ve diş yüksekliği ölçümleri yapılmıştır. Ticari saflıktaki molibden malzemeye kılavuz çekilmesi esnasında malzeme kayıpları ve kırılmalar gözlenmiştir. Bu malzeme kaybı nispeten düşük kesme hızlarında meydana gelmiştir. 9 m/dak kesme hızında optimum ölçü değerleri elde edilirken 10 m/dak kesme hızında kayıplar artarak vida diş profili bozulmaya başlamıştır

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.04>

The Effect of Cutting Speed in Tapping Process with Commercial Purity Molybdenum Material HSS Tap

ARTICLE INFO

Received: 07.10.2019
Accepted: 08.12.2019

Keywords:

Thread geometry
Tapping
Molybdenum

***Corresponding**

Authors

e-posta:
huseyingokce@karate
kin.edu.tr

ABSTRACT

In this study, molybdenum material of commercial purity with good mechanical properties was threaded. The aim of this study is to determine the appropriate cutting speed on the basis of low cost and high efficiency in tapping operations performed on commercial purity molybdenum material. For this purpose, nine different cutting speeds (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 m/min) were performed using HSS machine taps. As a result of the experiments, the images of the screw crest, root and the height of the thread were measured. Material losses and fractures were observed during tapping of commercial purity molybdenum material. This material loss occurred at relatively low cutting speeds. 9 m/min cutting speed optimum results obtained while the 10 m/min cutting speed losses increased screw thread profile began to deteriorate.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.04>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Molibden, roket endüstrisinde nozüller gibi yüksek sıcaklıkta çalışan parçaların üretilmesinde çok önemli bir yer tutar [1]. Havacılık, savunma, nükleer ve elektronik sanayilerindeki gelişmelerle beraber, yüksek sıcaklıklarda yüksek mekanik özellikler sağlaması nedeniyle kullanımı her geçen gün artmakta

ve molibden malzeme talebinde artışlar yaşanmaktadır [2].

Molibden malzeme işlenirken kırılma eğilimine girer [3]. Molibden ve alaşımlarının işlenmesi diğer metal ve alaşımlarının işlenmesi sürecine benzer. Çok basit parçalardan, çok karmaşık parçalara kadar istenilen ölçü ve toleranslarda işlem yapmak

mümkündür. Yüksek hız çelikleri, genellikle düşük yüzey kaliteleri veya kaba işlemlerde kullanılır [4].

Molibden ve alaşımlarının işlenmesiyle ilgili literatürde kısıtlı çalışmalar bulunmaktadır. Zlatin vd., TZM (titanyum-zirkonyum-molibden) molibden alaşımını da içeren çeşitli refrakter malzemeleri farklı koşullarda tormalama, alın frezeleme, parmak frezeleme, delme, raybalama, kılavuz çekme ve taşlama işlemlerine tabi tutmuş ve kesme sıvısı kullanılmadan tormalama işlemi yapıldığında takım ömründe çok ciddi düşüşler olduğunu ifade etmişlerdir [5]. Kuljanic vd. sertleştirilmiş çelik, titanyum alaşımları, nikel esaslı alaşımlar ve molibden alaşımları gibi bazı önemli ve işlenmesi zor olan malzemelerin işlenebilirlikleriyle ilgili yaptıkları araştırmada saf molibden malzemenin işlenebilirliği üzerinde tane yapısının önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir [1]. ED FAGAN şirketinin molibden ve alaşımlarının testere ile kesilmesi, tormalanması, frezelenmesi, delinmesi, raybalanması, kılavuz çekilmesi, taşlanması, parlatılması ve honlanması ile ilgili yayınlamış olduğu bir bültende yüksek hız çeliklerinin, genellikle düşük yüzey kaliteleri veya kaba işlemler için kullanıldığı, iyi yüzey kaliteleri ve sıkı toleranslar için de karbür takımların tercih edildiği ifade edilmiştir [2]. Gökçe vd., ticari olarak saf molibden malzemenin frezelenmesinde, kesme kuvvetleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) açısından, kesici takım ve kesme parametrelerini değerlendirmişler ve Fc için en etkili parametrenin ilerleme miktarı, Ra için ise kesme hızı olduğunu ifade etmişlerdir [6].

Kılavuz ile vida açma konusunda bugüne kadar birçok farklı çalışma yapılmıştır. Yin ve Han, yüksek hız çeliği kılavuzun, sertleştirilmiş çelikte (50HRC), küçük deliklerde (M3 vida), yetersiz kaldığından yola çıkarak bu problemi çözmek için titreşimli kılavuz çekme özelliğini araştırmışlardır [7]. Kayır, AISI 1050 malzemesine açılan deliklere TiN kaplamalı ve kaplamasız HSS makine kılavuzları ile vidalar açmıştır. Vidaların açılması işlemi, değişik çaplardaki matkaplarla delinen deliklere farklı formdaki kılavuzların uygulanması ile yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda; matkap delik çapının kılavuz ile vida açma işlemi sırasında oluşan tork ve kesme kuvvetlerinin etkilediği ortaya çıkmıştır [8]. Kayır, yaptığı diğer bir çalışmada ise; AA5083 malzemesine açılan deliklere TiN kaplamalı ve kaplamasız HSS makine kılavuzları ile vidalar açmıştır. Deneysel sonuçlar; matkap delik çapının kılavuzla vida açma işleminde oluşan tork ve kesme kuvvetlerini doğrudan etkilediğini göstermiştir [9]. Uzun ve Korkut, kılavuz ile vida açma işleminde, kılavuz çekilen malzeme, kesme sıvısı, kılavuz tipi, deliğin tipi (açık veya kör

delik), delik derinliği, dış taşıma yüzdesi, vida adım, takım ve teçhizatın durumu, kılavuz çekme metodu ve kılavuzun ağızlama kısmı gibi faktörlere bağlı olduğunu ifade etmişlerdir [10]. Domingo vd, takım soğutması dikkate alındığında, özellikle cam elyaf takviyeli polyamid malzeme (PA66-GF30) üzerinde kılavuz çekme işlemi sırasında itme kuvvetlerinin değişimi ile ilgili bir çalışma sunmuşlardır. Takım soğutması, kılavuz tipi ve kaplama ile sınırlandırılmış olmasına rağmen, itme kuvvetlerinde bir azalma sağlamıştır [11]. Yağır ve Mete, yaptıkları çalışmada; kalıp malzemeleri için, mevcut üretim süreçlerindeki delik delme ve kılavuz açma ile kalıp içinde delik delme ve kılavuz çekme proseslerini karşılaştırmışlardır [12]. Oezkaya ve Biermann, enerji ve maliyet tasarrufu sağlanabileceğini ifade ettikleri çalışmada, torku belirlemek için, M8×1,25 mm adımlı dört farklı kılavuz kullanmışlardır. Deneyler, AISI 1045 çelik malzeme üzerinde gerçekleştirilirken, kesme parametreleri olarak; 15 mm dış açma derinliği, 12 m/dak kesme hızı ve 1,25 mm ilerleme değerlerini kullanmışlardır. Kılavuz çekme işleminin simülasyonunu yapmak için sonlu elemanlar analizi (SEA) tabanlı bir yazılım sistemi kullanmışlardır [13]. Oezkaya ve Biermann yaptıkları başka bir çalışmada, çeşitli kılavuz çekme takımları ve çapları ile kılavuz çekme işlemlerine ilişkin tork değerlerini belirlemek için kullanılacak geometrik tork tahmin yöntemi (GTPM) geliştirmişlerdir. Deneysel çalışmalar ve sonlu elemanlar yöntemi pratikte sık kullanılan dört farklı kılavuz takımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen göreceli tork değerlerinin, artan takım çapı ile parabolik bir artış gösterdiğini ifade etmişlerdir [14]. Uzun ve Korkut Ti6Al4V alaşımını iki farklı geometriye sahip kaplamalı ve kaplamasız kılavuzlarla farklı kesme hızlarında ıslak ve kuru şartlarda vida açma deneylerine tabi tutmuşlar ve deneyler sonucunda oluşan kesme kuvvetlerini analiz etmişlerdir. Kriyojenik işlem görmüş kılavuzla yapılan deneylerde oluşan kesme torkunun daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir [15]. Uzun ve Korkut diğer bir çalışmada AISI 304 östenitik paslanmaz çelik üzerine farklı kesme parametrelerinde, farklı çaplarda kılavuzlar kullanarak ve farklı kesme derinliklerinde (Q) deneyler yapmışlardır. M5 kılavuzda 5 mm, M6 kılavuzda ise 3 mm kesme derinliğinde yapılan deneylerde en düşük tork değerlerinin elde edildiğini belirtmişlerdir [16]. Günay yaptığı çalışmada, dış vida açma işlemlerinde oluşan yüzey kalitesini ve kesme kuvvetlerini incelemiştir. Dış açma işleminde ana kesme kuvvetinin ve radyal kuvvetin önemli kuvvet bileşenlerinden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yaptığı

mikro sertlik ölçümlerinde dış üstünden dış dibine doğru sertliğin yükseldiğini ifade etmiştir [17].

Bu çalışmada, ticari saflıktaki molibden malzeme üzerinde 9 farklı kesme hızı ve HSS kılavuzlar ile kesme sıvısı kullanılmadan vida açma deneyleri yapılmıştır. Kılavuz çekilen dişler tel erezyon tezgâhında aksel olarak kesilmiş, kesilen yüzeylerden fotoğraflar çekilerek görüntüler alınmıştır. Ayrıca vida dış üstü, dış dibi ve dış yüksekliği ölçümleri yapılarak en uygun kesme hızının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Ticari saflıktaki molibden iş parçası, Ø60 mm çapında silindirik malzemeden 16 mm kalınlığında kesilerek elde edilmiştir. Daha sonra iş parçası yüzeyinin tezgâh tablası ile paralellikini sağlayabilmek için toplam kalınlık 15 mm'ye düşürülerek tesviye yapılmıştır. İş parçasının başlıca özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Saf Molibden malzemenin bazı özellikleri (Some properties of pure molybdenum material) [6]

Özellikler	Birim	Saf Molibden
Kimyasal Bileşim	%	>99,97 Mo
Yoğunluk (20°C'de)	cc	10,22
Ergime noktası	°C	2617
Brinell sertliği	BH	205
Akma gerilmesi	MPa	600
Çekme gerilmesi	MPa	800
Elastikiyet modülü	GPa	330
Poison oranı		0,38
Isı iletim katsayısı (20°C'de)	[W/(mK)]	138

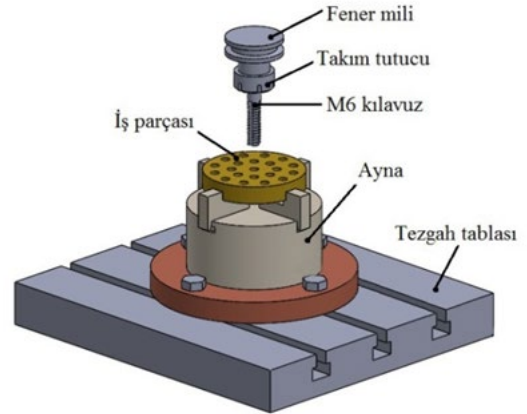
Silindirik olarak hazırlanan iş parçası malzemesi CNC tezgâhının tablasına 3 ayaklı bir ayna ile bağlanmıştır. Ticari saflıktaki molibden malzemeye 5 mm çapında HSS matkaplar (M6×1 standart kılavuza uygun olarak) ile toplam 9 adet boydan boy delik delinmiştir. Daha sonra iş parçası sökülmeden dokuz farklı kesme hızı (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 m/dak) kullanılarak boydan boy (15 mm) vida açma işlemi uygulanmıştır. HSS kılavuz Şekil 1'te verilmiştir. Deneylerde kullanılan kesici takımlar, Ø6 mm çapında kesici takımları sıkabilecek pens ile takım tutucuya bağlanmıştır. Vida açılan delikler akselleri doğrultusunda GF CUT 300 SP tel erezyon tezgâhında

kesilmiş, kesilen yüzeylerden fotoğraflar çekilerek görüntüler alınmıştır. Elde edilen görüntülerden dış geometrileri (dış üstü, dış dibi ve dış profili) gözlemlenmesi için Nikon SMZ800N stereo mikroskop kullanılmıştır. Çekilen görüntülerden AutoCAD yazılımı kullanılarak dış dibi ve dış üstü değerleri ölçülmüştür. Kesme sıvısı kullanılmadan gerçekleştirilen deneylerde ilgili malzeme için kesici takım kataloglarında önerilen ve literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınmıştır.



Şekil 1. HSS Maline Kılavuzu (HSS machine tap)

Deneyler, Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü Makine Atölyesi CNC Laboratuvarında bulunan Arion IMM-600 CNC dik işlem merkezinde yapılmıştır. Şekil 2'de, kullanılan deney düzeneği şematik olarak gösterilmiştir.

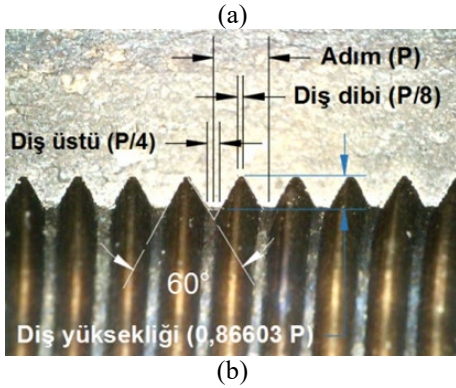
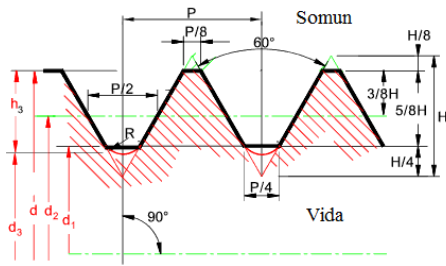


Şekil 2. Deney düzeneği (Experimental setup)

Şekil 3a'da standart metrik vidalar için gerekli ölçülendirilmeler genel olarak verilmiştir. Dış geometrisi için gerekli ölçümler tel erezyonla hassas ve çapaksız olarak aksel kesilen vidaların görüntülerinin AutoCAD yazılımına aktarılması ile elde edilmiştir. AutoCAD yazılımına aktarılan görüntülerden vida profilleri çıkartılmış ve Şekil 3b'de gösterilen uzunluklar ölçülmüştür. 15 mm kalınlığında deney malzemesine 1mm adımlı yaklaşık 15 adet vida dış profili oluşturulmuş ve ölçümler ortada bulunan 5 dişin ölçülmesi sonucu elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak belirlenmiştir.

Daha sonra, değeri kesin olarak bilinen (çalışmamızda adım (P=1) alınmıştır) uzunluk ile ölçülmek istenen uzunluk (dış üstü, dış dibi ve dış

yüksekliği) karşılaştırılmıştır. Standart M6×1 için diş geometrisinde, adım (P) 1 mm, diş dibi (P/8) 0,125 mm, diş üstü (P/4) 0,250 mm ve diş yüksekliği ($H=0,86603 \times P$) $\approx 0,866$ mm olmalıdır. Diğer ölçü değerlerinde (diş üstü çapı, diş dibi çapı gibi) önemli değişiklikler gözlenmediği için bu ölçümler dikkate alınmamıştır. Burada hesaplanan değerler M6×1 standart kılavuz değerleridir. Çalışmada somun toleransı olarak 7H somun tolerans temel alınarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Buna göre minimum diş üstü çapı 6 mm olurken diş dibi çapı minimum 4,917 mm maksimum 5,217 mm aralığındadır. Bu aralıklara göre hesaplanan diş dibi ölçüsü minimum 0,19 mm maksimum 0,37 mm aralığında olmalıdır.



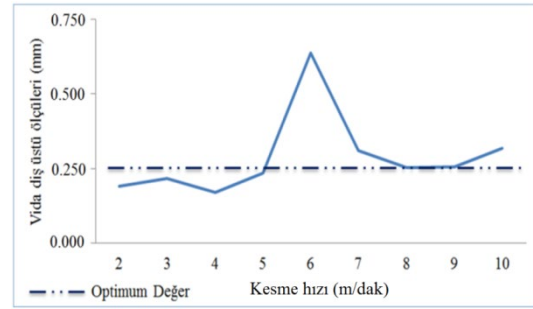
Şekil 3. a) Standart metrik vida ölçüleri ve b) AutoCAD ölçüm noktaları (a) Standard metric screw dimensions and b) AutoCAD measurement points)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Ticari saflıktaki molibden malzeme üzerinde 9 farklı kesme hızı kullanılarak gerçekleştirilen boydan boya (15 mm) vida açma deneyleri sonucunda alınan vida diş üstü, diş dibi ve diş yüksekliği ölçümleri ve görüntüleri değerlendirilmiştir. Diş geometrilerinin ölçülmesi sonucu elde edilen değerler, diş üstü için Şekil 4'te, diş dibi için Şekil 5'te ve diş yükseklikleri için ise Şekil 6'daki grafiklerde kesme hızına bağlı olarak gösterilmiştir.

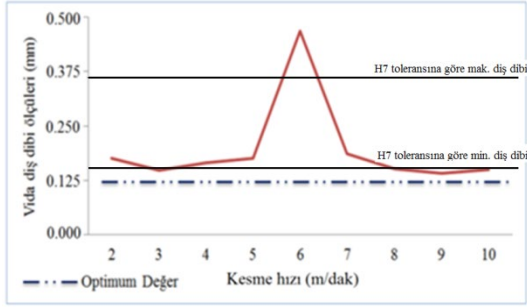
Her 3 grafik (Şekil 4, 5 ve 6) incelendiğinde optimum değerlere en yakın sonuçların 9 m/dak kesme hızında elde edildiği görülmektedir. Ayrıca Şekil 7'deki vida profillerinin görüntüleri de bu bulguyu kanıtlar niteliktedir.

Şekil 4'te kesme hızına bağlı olarak vida diş üstü ölçülerindeki değişimler ve standart M6×1 vida için olması gereken diş üstü ölçüsü gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde standart ölçüye (optimum değeri=0,250 mm) en yakın sonuçlar kesme hızının 8 ve 9 m/dak olduğu deneylerde elde edildiği görülmektedir. Kesme hızının düşük değerleri için diş üstü ölçüsü optimum değerinin bir miktar altında kalırken artan kesme hızı ile diş üstü ölçüsü optimum değere yaklaşmıştır. Kesme hızının 10 m/dak'ya çıkartılması ile diş üstü ölçüsünde artış gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak kesme hızının artması ile talaşın rahat tahliye edilememesi ve uzaklaşmayan talaşın sıkışarak diş üstü değerini olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Molibden malzeme işlenirken sıvanma eğilimine girer [18]. Kılavuz kesici takımlarda talaşın sıkışması ve malzemenin sıkışması kesme sürecini güçleştirir [9].



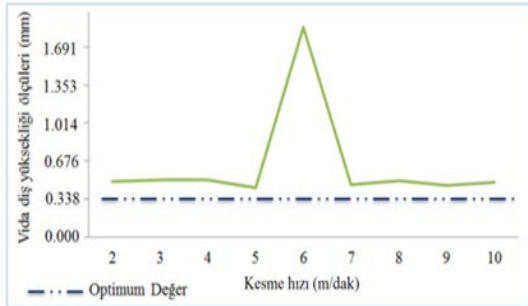
Şekil 4. Vida diş üstü ölçüsünün kesme hızına bağlı değişimi (Screw root of the thread size depending on cutting speed)

Şekil 5'te kesme hızına bağlı olarak vida diş dibi ölçülerindeki değişimler ve standart M6×1 vida için olması gereken diş üstü ölçüsü gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde standart ölçüye (optimum değeri=0,125 mm) en yakın sonucun kesme hızının 9 m/dak olduğu deneyde elde edildiği görülmektedir. Kesme hızının her değerleri için diş dibi ölçüsü optimum değerinin bir miktar üstünde olduğu görülürken artan kesme hızı ile diş dibi ölçüsünün optimum değere nispeten yaklaştığı görülmektedir.



Şekil 5. Vida diş dibi ölçüsünün kesme hızına bağlı değişimi (Screw crest of the thread size depending on cutting speed)

Şekil 6'da kesme hızına bağlı olarak vida diş yüksekliği ölçülerindeki değişimler ve standart M6×1 vida için olması gereken diş üstü ölçüsü gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde standart ölçüye (optimum değeri≈0,338 mm) en yakın sonucun bütün kesme hızları için benzer değerlerde olduğu görülmektedir. Deneylerin yapılması için belirlenen kesme hızlarının her değeri için diş yüksekliği ölçüsü optimum değerinin bir miktar üstünde olduğu görülmektedir.

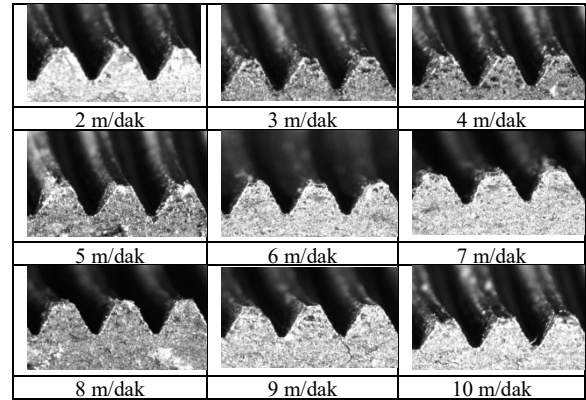


Şekil 6. Vida diş yüksekliği ölçüsünün kesme hızına bağlı değişimi (Screw the height of the thread size depending on cutting speed)

Diş üstü, diş dibi ve diş yüksekliği grafikleri incelendiğinde (Şekil 4, 5 ve 6) 6 m/dak kesme hızında diş geometrisinin önemli derecede bozulduğu ve değerlerin optimum değerden uzaklaştığı açıkça görülmektedir. Şekil 7'de 6 m/dak kesme hızında açılan dişlerin görüntüsü verilmiştir. Burada vida geometrisinin bozulmasının iş parçası malzemesinin kırılmasından kaynaklandığı görülmektedir. Şekil 6'deki vida diş profilleri resimleri incelendiğinde en ideal diş profilinin 9 m/dak kesme hızında elde edildiği söylenebilir.



Şekil 7. 6 m/dak kesme hızında açılan dişler ve malzeme kayıpları (kırılmalar) (Screw thread and material losses at 6 m/min cutting speed (break))



Şekil 8. Kesme hızına bağlı olarak vida diş profili görüntüleri (Screw thread profile images based on cutting speed)

Ticari saflıktaki molibden malzemenin işlenmesi dökme demirin işlenmesi ile benzerlik gösterir. Ancak saf molibden malzeme işleme sürecinde kırılma eğilimine girer. Saf molibden işlenmesinde düşük ilerleme değerlerine karşın yüksek kesme hızları yüzey kalitesini ve ölçü tamlığını artıran faktörlerdir [15]. Molibden malzeme, kılavuz ile diş açma işleminde daha çok kırılma eğilimine girerek diş geometrilerinin bozulmasına sebep olmaktadır. Kılavuz ile diş açma sürecinde ilerleme miktarı vida adımına bağlıdır ve bu çalışmada adım 1'dir. Şekil 8'de deneylerde kullanılan her kesme hızı değeri için çekilen görüntüler verilmiştir. Bu görüntülerden de görüldüğü gibi neredeyse her kesme hızında diş profilleri üzerinde meydana gelen malzeme kayıpları-kırılmalar görülmektedir. Kesme hızının 8 ve 9 m/dak değerlerinde bu kayıplar diğer kesme hızlarında açılan dişlere nazaran daha az olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada ticari saflıktaki molibden malzemeye HSS kılavuz takımlar ile M6×1 vidalar açılmış ve aşağıdaki çıkarımlar elde edilmiştir:

-Vida dış üstü ölçüsünün en iyi değeri 8 ve 9 m/dak kesme hızlarında elde edilirken en iyi vida dış dibi ölçüsü ise 9 m/dak kesme hızında elde edilmiştir.

-Vida dış yükseklikleri neredeyse her kesme hızı değeri için önemli bir değişime uğramamıştır.

-Vida dış üstü, dış dibi ve vida yükseklikleri ölçüleri dikkate alındığında saf molibden malzemeye kılavuz ile vida açılması işleminde nispeten yüksek kesme hızlarının kullanılması dış geometrilerinin daha doğru olacağını göstermiştir.

Bu çalışmada kesici takım olarak kaplamasız HSS kılavuzlar kullanılmış ve deneyler kesme sıvısı kullanılmadan yapılmıştır. Saf molibden malzemeye kılavuz açma sürecinde daha yüksek talaş açısı, boşluk açısı ve helis açısına sahip kesici takımlar (keskin takımlar) kullanılması, kaplama uygulaması ve kesici takım malzemesi olarak karbür takımların seçilmesi ayrıca kesme sıvısının kullanılması diğer araştırmacılara yol gösterici olabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] D. Rowe, "Refractory Metals in Heat Treating/Thermal Equipment", Brentwood United Kingdom, 56-60, 2003.
- [2] Plansee materials, "Molybdenum," Available: IEEE Xplore, <http://www.plansee.com/en/Materials-zMolybdenum-402.htm>. [Accessed: 02.09.2019].
- [3] E. Kuljanic, M. Sortino, G. Totis, "Machinability of Difficult Machining Materials," 14th International Research/Expert Conference-Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, Mediterranean Cruise, 2010.
- [4] ED Fagan Inc., "General Guide to Machining Molybdenum and Molybdenum Alloy," Available: IEEE Xplore, http://www.edfagan.com/litPDF/Machining_Guide_Molybdenum_Moly_Alloys.pdf. [Accessed: 02 Sept. 2019].
- [5] N. Zlatin, M. Field, J. Gould, "Machining of Refractory Materials," Armed Services Technical Information Agency ASD Interim Report Unclassified, 7-532a (IX): Virginia, 1963.
- [6] H. Gökçe, İ. Çiftçi, H. Demir, "Cutting Parameter Optimization in Shoulder Milling of Commercially Pure Molybdenum," Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, vol. 40, pp. 360, 2018.
- [7] B. Yin, R. Han, "Investigation of the Torque Characteristics in Vibration Tapping of Hardened Steel," International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 46 (6), pp. 623–30, 2006.
- [8] Y. Kayır, "Kılavuz Kesici Takımları ile AISI 1050 Çeliğine Vida Açılmasında Matkap Delik Çapının Kesme Kuvvetleri ve Momente Etkisi," Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, vol. 15 (1) pp. 99–111, 2010.
- [9] Y. Kayır, "Kılavuz Kesici Takımları ile AA5083 Malzemesine Vida Açılmasında Matkap Delik Çapının Kesme Kuvvetlerine Etkisi," Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, vol. 25 (4) pp. 671–79, 2010.
- [10] G. Uzun, İ. Korkut, "Kılavuz ile Vida Açma İşlemine Kesme Yönteminin ve Kesme Parametrelerinin Etkileri," 3. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, 4-5. Ankara, 2012.
- [11] R. Domingo, R. Calvo, MM. Marín, Bde. Agustina, "Influence of Tool Cooling on Thrust Forces in Tapping Operations of Reinforced Polyamide," Procedia Manufacturing, vol. 13 pp. 343–47, 2017.
- [12] MO. Yağır, OH. Mete, "Proses Azaltıcı Kalıp Tasarımında Endüstriyel bir Ürünün Delme ve Kılavuz Çekme İşlemlerinin Nümerik Model Analizi," Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, vol. 21 (2) pp. 131–40, 2017.
- [13] E. Oezkaya, D. Biermann, "Segmented and Mathematical Model for 3D FEM Tapping Simulation to Predict the Relative Torque before Tool Production" International Journal of Mechanical Sciences, vol. 128 (129), pp. 195–708, 2017.
- [14] E. Oezkaya, D. Biermann, "Development of a Geometrical Torque Prediction Method (GTPM) to Automatically Determine the Relative Torque for Different Tapping Tools and Diameters,"

International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 97, pp. 1465–1479, 2018.

[15] G. Uzun and İ. Korkut, “The effect of cryogenic treatment on tapping,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol.67, pp. 857–864, 2013.

[16] G. Uzun and İ. Korkut, “ The Effects of Cutting Conditions on the Cutting Torque and Tool Life in the Tapping Process for AISI 304 Stainless Steel,” *Materials and technology*, vol.50 (2), pp. 275–280, 2016.

[17] M. Günay, “Investigation of the Effects on Screw Thread of Infeed Angle during External Threading,” *Gazi University Journal of Science*, vol. 24 (1), pp. 153-160, 2011.

[18] H. Gökçe, İ. Çiftçi, “Optimisation of Cutting Tool and Cutting Parameters in Machining of Molybdenum Alloys Through the Taguchi Method,” *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, vol. 34 (1), pp. 201-213, 2018.

Hüseyin GÖKÇE

Hüseyin GÖKÇE 1982 yılında Çankırı’da doğdu; ilk, orta ve lise öğrenimini Konya’da tamamladı. 2005 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü’nden mezun olmuş, 2007 yılında Selçuk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisansını bitirmiş ve aynı yıl Ankara’da askerlik görevini tamamlamıştır. 2018 yılında Karabük Üniversitesi İmalat Mühendisliği alanında Doktora derecesi almıştır.

Otomotiv yedek parça üretimi, dökümhane otomasyon sistemleri, CNC-CAD-CAM sistemleri konularında özel sektör tecrübesi olan Gökçe, 2009 yılında Çankırı Karatekin Üniversitesi’nde göreve başlamış ve halen aynı kurumda görevine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Mehtap YAVUZ

1981 yılında Kayseri’de doğdu. Marmara Üniversitesi Tasarım ve Konstrüksiyon Bölümünde Lisans eğitimini tamamladı. Yüksek Lisans çalışmalarını aynı üniversitede bitirdi. Bu süreçte Yıldız Teknik Üniversitesi’nde Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2017 yılında Gazi Üniversitesi’nde imalat teknolojileri üzerine doktora çalışmalarını tamamladı. 2010 yılında Uzman olarak atandığı Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulunda halen görevine devam etmektedir.

Türk Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Düşey Deprem Kuvvetinin İkinci Mertebeden Taban Momentlerine Etkisi

Orhan DOĞAN^{*a}, Yunus GENÇ^b

^{a,*} Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

^b Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 27.08.2019
Kabul: 13.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Düşey deprem yük etkisi, ikinci mertbe etkileri, Türk Bina Deprem Yönetmeliği, betonarme bina.

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
odogan@kku.edu.tr

ÖZET

2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ile, betonarme bina analizlerinde, yatay deprem yükü ve görelî ötelenmelerden kaynaklı taban eğilme momentlerine ek olarak, düşey deprem etkilerinin de dikkate alınması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) kurallarına uygun beş katlı ve planda simetrik bir bina tasarlanmıştır. Yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine ilave olarak, görelî kat ötelenmeleri ve düşey deprem kuvvetlerine bağlı oluşan ikinci mertbe momentler hesaplanmış, ikinci mertbe momentlerin taban eğilme momentini ne oranda artırdığı araştırılmıştır.

Sonuç olarak, oluşan toplam ikinci mertbe taban momentlerinin, yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine oranla az olduğu görülmüştür. Ayrıca düşey deprem kuvvetlerinin oluşturduğu eğilme momentinin, görelî ötelenmelerden kaynaklı ikinci mertbe momentine oranının düşük olduğu görülmüştür.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.05>

The Effect Of Vertical Earthquake Force To Second Order Base Moments According To Turkish Building Earthquake Code

ARTICLE INFO

Received: 27.08.2019
Accepted: 13.12.2019

Keywords:

Vertical earthquake load effect, second order effects, Turkish Building Earthquake Code, reinforced concrete building.

***Corresponding**

Authors:
e-mail:
odogan@kku.edu.tr

ABSTRACT

With the Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018) which came into force in 2019, in addition to the base bending moments caused by horizontal earthquake load and relative displacements of the floors, in the analyses reinforced concrete building, the consideration of the effect of vertical earthquakes has become compulsory.

In this study, a five-storey and symmetrical building in compliance with the rules of the Regulation on Buildings to be Built in Earthquake Zones (DBYBHY-2007) was designed. In addition to the base bending moment due to the horizontal earthquake force, the second order moments due to the relative displacements of floors and the vertical earthquake forces are calculated, then how much second order moments increase the base bending moment has been investigated.

As a result, it is seen that the total second order base moments are less than the base bending moment formed by the horizontal earthquake force. In addition, the bending moment caused by the vertical earthquake forces is found quite less than the second order moment caused by the relative displacements of the floors.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.05>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye, diri fayların yer aldığı bir deprem ülkesidir. Deprem gerçekleşirken yer kabuğunda meydana gelen düşey ve yatay hareketler sonucunda, binaya yatay ve düşey deprem kuvvetleri

etkimektedir. Uygulamada 2019 yılına kadar düşey yer ivmelerinin yatay ivmelere oranla daha küçük olduğu ve binanın düşey doğrultuda daha güvenli olduğu varsayımıyla düşey deprem etkisi ihmal edilmiştir. Binaların üst yapı analizinde yatay yük

etkileri altında oluşan ikinci mertbe momentler dikkate alınmıştır.

Avrupa, Amerika, İran, Hindistan ve İsrail gibi ülkelerde düşey deprem etkisi uzun zamandır dikkate alınmakta iken, 2019 yılında yürürlüğe giren TBDY-2018 ile ülkemizde düşey deprem etkisi değerlendirmeye alınmaktadır. Buna bağlı olarak, düşey deprem kuvvetinden dolayı ikinci mertbe momentlerinde artış meydana geleceğinden, etkin görel kat ötelenmeleri ve ikinci mertbe etkileri için birtakım sınırlayıcı koşulların sağlanması için binanın daha rijit hale getirilmesi istenilmektedir.

Konuya ilişkin yapılan yakın çalışmalar incelendiğinde, düşey deprem etkilerinin, görel kat ötelenmelerinin yanı sıra kirişlerdeki deplasmanları, kolonlardaki eksenel ve kesme kuvvetlerini, taban kesme kuvvetini ve devrilme momentini artırdığı, sonuç olarak düşey deprem etkisini dikkate alan analizlerde çok bileşenli spektrumun kullanılması ve depreme dayanıklı yapı tasarımında düşey deprem etkisinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır [1-12].

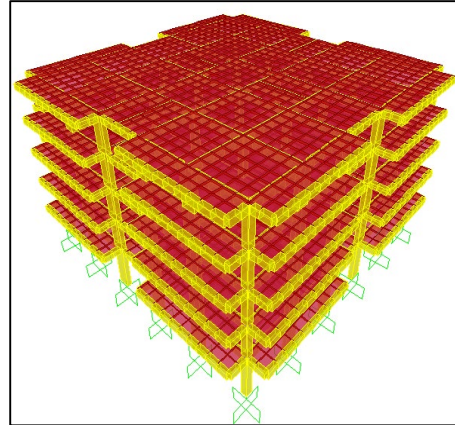
Bu çalışmada, yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban eğilme momentine ilave olarak, görel kat ötelenmeleri ve düşey deprem kuvvetlerine bağlı oluşan ikinci mertbe momentlerin taban eğilme momentini ne oranda artırdığını araştırmak için Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) kurallarını sağlayan beş katlı ve planda simetrik örnek bir bina Sta4-CAD programı ile modellenmiş ve TBDY-2018'e göre eşdeğer deprem yükü etki ettirilerek, SAP2000 programları ile analizi yapılmıştır (Şekil 1.) [13-16].

2. YÖNTEM (METHOD)

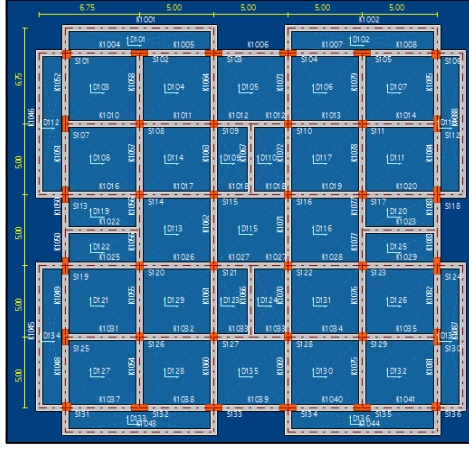
Bina geometrisi olarak, DBYBHY-2007 ve TS500 kurallarına uygun zemin+4 normal katlı betonarme çerçevesi, planda simetrik bir bina modellenmiş, zemin kat yüksekliği 4 m, diğer katlar ise 3 m, kat planı balkonlar da dikkate alındığında 28,50x28,50 m, döşeme kalınlıkları 15 cm, kiriş boyutları 40x50 cm, köşe kolon boyutları 55x55 cm, köşe kolonları hariç dış çerçeve kolon boyutları 110x40 cm ve iç kolon boyutları ise 50x50 cm olarak seçilmiştir [17].

Sabit ve hareketli yükler, TS 498'e uygun olarak seçilmiş; sabit yük olarak, normal kat döşemeleri için 212 kg/m², çatı katı döşemeleri içinse 149 kg/m², dış duvar yükü 19'lük tuğla için 320 kg/m², iç bölme duvar yükü ise 9'lük tuğla için 200 kg/m² ve hareketli yük olarak normal kat döşemeleri ve balkonlar için 500 kg/m², çatı katı döşemeleri için 150 kg/m² alınmıştır [18].

Deprem analizinde parametreler seçilirken en olumsuz koşullar göz önünde bulundurulmuş; idare binası için Bina Kullanım Sınıfı BKS=1,0 Bina Önem Katsayısı I=1,50, zemin sınıfı ZD, Türkiye Deprem Tehlike Haritasında Sakarya ili, Akyazı ilçesi, 40.683916 enlemi ve 30.625268 boylamında 50 yıl içerisinde aşılma olasılığı %10 olan DD-2 deprem yer hareketi düzeyine ait; kısa periyot ve 1 saniyelik periyot için sırasıyla harita spektral ivme katsayıları $S_S=1,748$, $S_1=0,473$, yerel zemin etki katsayıları $F_S=1,00$ ve $F_1=1,827$, tasarım spektral ivme katsayıları $S_{DS}=1,748$ ve $S_{D1}=0,864$ alınmıştır. Ayrıca Deprem Tasarım Sınıfı DTS=1a, Bina Yükseklik Sınıfı 16,00 m için BYS=6, taşıyıcı sistem davranış katsayısı süneklik düzeyi yüksek için R=8; dayanım fazlalığı katsayısı D=3, ampirik hâkim doğal titreşim periyodu 0,80 sn, $T_A=0,10$ sn ve $T_B=0,49$ sn, yatay elastik tasarım spektral ivmesi $S_{ac}(T)=1,08g$, deprem yükü azaltma katsayısı $R_d(T)=5,33$, azaltılmış tasarım spektral ivmesi $S_{aR}(T)=0,203g$, hareketli yük katılım katsayısı $n=0,3$, beton sınıfı C25, beton birim hacim ağırlığı 2,5 ton/m³ seçilmiş ve kontrollü hasar performans hedefini sağlamak üzere, dayanıma göre tasarım hesap esasları dikkate alınarak analizleri yapılmıştır [19].



(a)



(b)

Şekil 1. Örnek binanın (a) SAP2000 modeli (b) kat planı ((a) SAP2000 model (b) floor plan of the sample building)

Deprem analizine esas hesaplamalarda TBDY-2018 denklemleri kullanılmıştır. Binanın toplam kütlesi (m_t), sabit kütle ve hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanmış, 5165,39 ton olarak bulunmuştur. Toplam eşdeğer deprem yükü V_{IE} Eşitlik-1'e göre hesaplanmış 1046,20 ton olarak, binanın tepesine etkileyen ek eşdeğer deprem yükü ise $\Delta F_{NE}=39,23$ ton olarak hesaplanmıştır.

$$V_{IE} = m_t S_{ar}(T_p) \geq 0,4 m_t I S_{DsG} \quad (1)$$

Düşey deprem etkisi, sabit yük etkisi (G) ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına (S_{DS}) bağlı olarak Eşitlik 2'de verilen denkleme göre 5444,39 ton olarak hesaplanmıştır.

$$E_d^{(Z)} \approx (2/3) S_{DS} G \quad (2)$$

Burada sabit (G) ve hareketli yük (Q) etkilerini, x doğrultusundaki ($E_d^{(X)}$) ve z doğrultusundaki ($E_d^{(Z)}$) deprem etkisi Eşitlik 2'den ($2/3 * 1,748 * G =$) 1,165G olarak hesaplanmış, Eşitlik 3 kombinasyonu kullanılarak %30 düşey deprem etkisi ($0,3 * 1,165G =$) 0,35G olarak hesaplamada dikkate alınmıştır. Kar yükü bu kombinasyonda ayrıca dikkate alınmamış ancak sabit yüke dahil edilmiştir.

$$G+Q+E_d^{(X)}+0,3E_d^{(Z)} \quad (3)$$

Binanın i'inci katındaki kolonun etkin görel kat ötelemesi (δ_i); azaltılmış görel kat ötelemesine (Δ_i), taşıyıcı sistem davranış katsayısına (R) ve bina önem katsayısına (I) bağlı olarak Eşitlik 4'e göre belirlenmiştir.

$$\delta_i = (R/I) \Delta_i \quad (4)$$

Doğru duvar elemanlarının kolonlarla tamamen bitişik olduğu varsayılarak, betonarme binalar için κ katsayısı 1,00 ve 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketi düzeyi DD-3 için elastik tasarım spektral ivmesinin DD-2'ninkine oranı olan λ değeri 0,48 alınarak, i'inci katındaki kolonun en büyük etkin görel kat ötelemesi değeri ($\delta_{i,max}$) hesaplanmış ve Eşitlik 5'de verilen koşulu sağladığı görülmüştür.

$$\lambda(\delta_{i,max}/h_i) \leq 0,008\kappa \quad (5)$$

3. BULGULAR (FINDINGS)

Bu çalışmada, DBYBHY-2007 şartlarını sağlayan beş katlı ve planda simetrik tasarlanan bir binanın TBDY-2018'e göre deprem analizi yapılmış, yatay deprem kuvvetinden dolayı oluşan taban eğilme momenti (Tablo 1.) ile görel kat ötelenmelerinin oluşturduğu ikinci mertebe momentler (Tablo 2.) ve düşey deprem kuvvetinin oluşturduğu ikinci mertebe momentler (Tablo 3.) verilmiştir.

Tablo 1. Yatay deprem kuvvetinin bina tabanında oluşturacağı eğilme momenti (Base bending moment caused by horizontal earthquake force)

i	m_i (t)	H_i (m)	$m_i H_i$ (tm)	$m_i H_i / \sum m_i H_i$	$V_{IE} - \Delta F_{NE}$ (t)	F_{iE} (t)	h_i (m)	$\sum M_{i,yatay}$ (tm)
5.kat	695,23	16,00	11123,68	0,2281	1006,97	268,88	3,00	806,64
4.kat	1098,40	13,00	14279,20	0,2928		294,79	3,00	884,37
3.kat	1098,40	10,00	10984,00	0,2252		226,76	3,00	680,28
2.kat	1098,40	7,00	7688,80	0,1576		158,73	3,00	476,19
1.kat	1174,96	4,00	4699,84	0,0964		97,03	4,00	388,12
Toplam, $\sum M_{yatay}$								3235,60

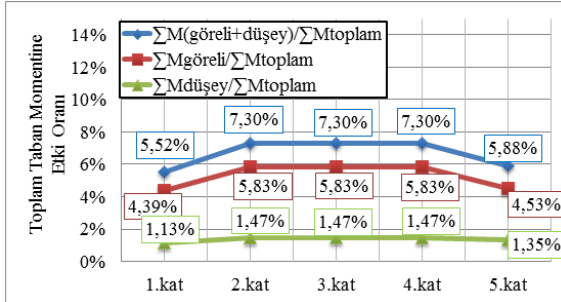
Tablo 2. Görel kat ötelenmelerine bağlı ikinci mertebe bina taban momentleri (Second order base bending moments caused by relative lateral displacement)

i	h_i (m)	$\delta_{i,max}$ (m)	$\Delta_{i,max}$ (m)	u_i (m)	g_i (t)	q_i (t)	g_i+q_i (t)	$\sum M_{i,goreli}$ (tm)
5. kat	3,00	0,0500	0,0094	0,0500	660,80	114,75	775,55	38,78
4. kat	3,00	0,0500	0,0094	0,0406	983,65	382,50	1366,15	55,47
3. kat	3,00	0,0500	0,0094	0,0313	983,65	382,50	1366,15	42,76
2. kat	3,00	0,0500	0,0094	0,0219	983,65	382,50	1366,15	29,92
1. kat	4,00	0,0667	0,0125	0,0125	1060,21	382,50	1442,71	18,03
Toplam, $\sum M_{goreli}$								184,96

Tablo 3. Düşey deprem kuvvetine bağlı ikinci merteye bina taban momentleri (Second order base bending moments caused by vertical earthquake force)

i	g_i (t)	$E_{di}^{(z)}$ (t)	$0,30 \times E_{di}^{(z)}$ (t)	u_i (m)	$\sum M_{i,düşey}$ (tm)
5. kat	660,80	770,05	231,02	0,0500	11,55
4. kat	983,65	1146,28	343,88	0,0406	13,96
3. kat	983,65	1146,28	343,88	0,0313	10,76
2. kat	983,65	1146,28	343,88	0,0219	7,53
1. kat	1060,21	1235,50	370,65	0,0125	4,63
Toplam, $\sum M_{i,düşey}$					48,43

Yatay deprem kuvvetinin bina tabanında oluşturacağı eğilme momenti ($E_d^{(X)}$) 3235,60 tm olup, görel kat ötelenmelerine bağlı (P-Delta) ikinci merteye bina taban momentleri 184,96 tm ilave bir moment getirerek %5,71 taban momentleri artışına sebep olmuştur. %30 düşey deprem kuvvetine ($0,30E_d^{(z)}$) bağlı ikinci merteye bina taban momentleri 48,43 tm ilave bir moment getirerek %1,50 taban momentleri artışına sebep olmuştur. Burada, görel kat ötelenmeleri ve %30 düşey deprem kuvvetine bağlı oluşan ikinci merteye bina taban momentleri toplamının %7,21 olduğu görülmüştür. Düşey deprem etkisinden dolayı oluşan taban momentinin, görel kat ötelenmelerinden dolayı oluşan taban momentine oranı yaklaşık %27 olup, etki oranının çok düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Her Bir Katın İkinci Merteye Momentlerinin Toplam Taban Eğilme Momentine Etkisi (Effect of Second Order Bending Moments of Each Floor on Total Base Bending Moment)

Birinci katın yüksekliği 4,00 m, diğer katların yüksekliği 3,00 m olduğundan dolayı, görel kat ötelenmesi diğer katlara oranla birinci katta daha fazla gerçekleştiği için taban momentine etkisi de daha büyük olmuştur (Tablo 2 ve Tablo 3.). Ancak birinci katta oluşan yatay deprem kuvveti üst katlara oranla çok daha yüksek olması nedeniyle birinci katın ikinci

meretebe momentinin toplam taban eğilme momentine etki oranının daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2). Beşinci katta ise şartname gereği çatı katına etki ettirilen ilave ΔF_{NE} 'den dolayı, çatı katına etkileyen deprem kuvveti diğer normal katlardan daha büyük olsa da hareketli yükü az olduğundan ve duvar yükleri olmadığından çatı katının toplam taban momentine etkisi daha düşük olmuştur.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Depreme dayanıklı bina tasarımında yatay deprem etkisi önemli bir parametre iken, 2019 yılı başında yürürlüğe giren TBDY-2018 şartnamesi gereği görel ötelenmeye bağlı düşey deprem etkisinin hesaplamalara %30 oranında dâhil edilmesi ile binanın tabanında oluşacak eğilme momentinin ne oranda artacağı bu çalışmada araştırılmıştır.

TBDY-2018 ile yatay görel kat ötelenmelerinin azaltılmış olması, duvar vb. taşınan diğer elemanların daha az hasar göreceği anlamına gelirken, diğer taraftan ikinci merteye momentlerin taban momentine etkisini daha da azaltmıştır. Dolayısı ile seçilen 5 katlı bina modelinin, TBDY-2018'e göre maksimum etkin görel kat ötelenme yapması halinde, binada oluşacak ikinci merteye taban momentinin yatay deprem kuvvetinin oluşturduğu taban momentine oranının yaklaşık %5,71 olduğu, düşey deprem etkisinin de %30 oranında dâhil edilmesi ile bu oranın %7,21'e çıktığı, sonuç olarak düşey deprem etkisinin oluşturduğu taban momentinin toplam taban momentine oranla ihmal edilecek bir düzeyde olduğu görülmüştür.

Ancak, TBDY-2018 gereği düşey deprem etkisinin hesaplamalara %30 oranında dâhil edilmesi, bu örnek modelde tespit edildiği gibi, düşey ve yatay taşıyıcı elemanlarda yaklaşık %35 oranında ilave yük artışına sebep olmaktadır. Ayrıca bu çalışma ile, optimum tasarlanmış temellerin taban basıncındaki benzer oranda artışlarla zemin taşıma kapasitesinin aşılmasına, bunun sonucu olarak da farklı oturmalarla kaynaklı hasarlara ve temelde toptan eğilmelere hatta devrilmelere sebep olabileceğinden, binanın temel ve zemini ile birlikte modellenerek analiz edilmesinin önemi ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] M.A. Gürel ve M. Kısa, "Deprem Hareketinin Düşey Bileşeninin Çeşitli Yapı Elemanları Üzerindeki Etkileri ve Hasar Potansiyeli", *Uluslararası Yapı ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu*, ECAS 2002, Ankara, Turkey, 14 October 2002.

- [2] E. Doğan ve M. Elmas, “Binalarda Düşey Deprem Etkisinin Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile İncelenmesi”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol 8, no. 1, pp. 9-17, March 2004.
- [3] A. Rahai, “Effect of Earthquake Vertical Motion on RC Bridge Piers”, *13th World Conference on Earthquake Engineering*, 13 WCEE, Vancouver, B.C., Canada, 1-6 August 2004.
- [4] E. Kalkan ve V. Graizer, “Multi-Component Ground Motion Response Spectra for Coupled Horizontal, Vertical, Angular Accelerations, and Tilt”, *ISET Journal of Earthquake Technology*, vol. 44, no. 1, pp. 259-284, March 2007.
- [5] S. Kunnath, N. Abrahamson, Y.H. Chai, E. Erduran ve Z. Yılmaz, “Development of Guidelines for Incorporation of Vertical Ground Motion Effects in Seismic Design of Highway Bridges”, *California Department of Transportation, CA/UCD-SESM-08-01*, pp. 1-120, May 2008.
- [6] A. Kadid, D. Yahiaoui ve R. Chebili, “Behaviour of Reinforced Concrete Buildings Under Simultaneous Horizontal and Vertical Ground Motions”, *Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)*, vol. 11, no. 4, pp. 463-476, January 2010.
- [7] S. Baş, M. Sevinç, İ. Kalkan ve S. Aykaç, “Düşey Deprem Etkisi Altındaki Çok Katlı Betonarme Yapıların Davranışının İncelenmesi”, *3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir, Turkey, 14-16 October 2015.
- [8] G. Eren ve K. Beyen, “Düşey Deprem Etkisinde Tipik Bir Binada Gözlenen Performansın Tartışılması”, *Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Turkey, 11-15 May 2015.
- [9] M.E. Aydemir ve S. Jakayev, “Düzenli Bir Betonarme Binada Düşey Deprem Bileşeninin Yapısal Davranışa Etkisi”, *Afet ve Risk Dergisi*, vol. 2, no. 1, pp. 1-13, April 2019.
- [10] M.A. Kalaylı, “Depremde Devrilmeye Karşı Bina Yükseklik/Genişlik Oranının Zemin Yatak Katsayısına Bağlı Olarak Bilgisayar Destekli Optimum Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2017.
- [11] Y. Genç, “Türk ve Bazı Yabancı Deprem Yönetmeliklerine Göre Betonarme Binaların Analizinde Düşey Deprem Yük Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2019.
- [12] B. Öztürk, "Seismic Drift Response of Building Structures in Seismically Active and Near-Fault Regions", Ph.D.Thesis, Purdue University, Dept. of Civil Engineering, West Lafayette, IN, U.S.A, 2003.
- [13] DBYBHY 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 2007.
- [14] TBDY 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [15] STA4CAD v14, Yapıların Üç Boyutlu Dinamik Analiz ve Tasarımını Yapabilen Bilgisayar Programı, STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., Turkey, 2018.
- [16] SAP2000 v19.1.1, Integrated Solution for Structural Analysis and Design, Computers and Structures Inc., Berkeley, CA, USA, 2017.
- [17] TS500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [18] TS498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
- [19] URL-1: <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Accessed: 31.12.2018)

Orhan DOĞAN

Orhan DOĞAN, 1967'de Kayseri'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri'de tamamladı. 1989'da İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü fakülte birinciliğiyle tamamlayarak, 1990'da Arş.Gör. oldu, 1993'te yüksek lisans eğitimini tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi adına 1993-YÖK YLS Bursunu kazanarak, İngiltere Cardiff Üniversitesinde Yapı ABD'da doktora öğrenimini ve European Union-British Steel ortaklığındaki AB projesini 1997'de tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi Yapı ABD'nda 1997'de Yrd.Doç, 2015'te Doç.Dr. unvanı ile Bölüm Başkanlığı görevine devam etmektedir. Dekan Yardımcılığı, Yapı-Zemin Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Yapı İşleri Daire Başkanlığı gibi idari görevlerde bulunmuştur. Çok sayıda bilirkişilik, bina inceleme, güçlendirme, GES, RES, BES, HES projelerinde danışmanlık ve kabul komisyon üyeliği yapmıştır.

Yunus GENÇ

Yunus GENÇ, 1987 yılında Kırıkkale'nin Keskin ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da bulunan Batuhan İlköğretim Okulunda tamamladı. 2001 yılında Ankara Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesini kazanıp eğitimine devam etti ve 2005 yılında buradan mezun oldu. Aynı yıl başladığı Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği ve 2007 yılında çift anadal programından başladığı Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümlerinden 2009 yılında mezun oldu. 2013 yılında Orman Genel Müdürlüğü'ne İnşaat Mühendisi olarak atandı. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalında başlamış olduğu yüksek lisansını 2019 yılında tamamladı. Orta seviyede İngilizce bilen Sayın GENÇ, evli ve 1 çocuk babasıdır.

İşaretili Sosyal Ağlarda Etki Maksimizasyonu İçin Yeni Bir Aç Gözlü Algoritma

Aybike ŞİMŞEK^{*,a}

^{a,*} Düzce Üniversitesi Bilgisayar Programcılığı Bölümü Gölyaka MYO, DÜZCE 81800, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 12.09.2019
Kabul: 15.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Etki maksimizasyonu,
Online sosyal ağlar,
Bilgi yayılımı,
Aç gözülü algoritmalar.

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
aybikesimsek@duzce.
edu.tr

ÖZET

Sosyal etki insanların görüşlerini şekillendiren büyük olgulardan biridir. Bu bakımdan, Etki Maksimizasyonu (EM) problemi viral pazarlama, kamuoyu şekillendirme gibi pratik faydaları olduğu için sosyal ağ analizinde en fazla ilgili çeken araştırma alanlarından biridir. EM probleminin amacı bir sosyal ağ üzerindeki etkili kişi olarak adlandırılan az sayıdaki kişiyi kullanarak bir etkinin (bir fikir veya reklam) ağ üzerindeki yayılımını maksimize etmektir. Etkili kişilerin tespiti birçok durumda NP-Zor bir olasılıksal en iyileme problemidir. Bundan dolayı, EM problemi için birçok algoritma geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam etmektedir. Ne var ki, geliştirilen algoritmalar henüz çözüm kalitesi ve hız açısından istenen seviyede değildirler. Bu çalışmada, bireyler arasındaki olumlu ve olumsuz ilişkileri göz önünde bulunduran işaretili EM problemine odaklanılmıştır. Bu amaçla, en iyi k adet etkili kişiyi tespit etmek için Elitist Aç Gözlü Algoritma (EGA) olarak adlandırılan bir aç gözülü algoritma geliştirmiştir. EGA'nın performansı 2 adet açık veriseti üzerinde rasgele seçim, çıkış derecesi merkeziliği, ve bir güncel algoritma ile kıyaslanmıştır. EGA çözüm kalitesi açısından rakiplerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.06>

A New Greedy Algorithm For Influence Maximization On Signed Social Networks

ARTICLE INFO

Received: 12.09.2019
Accepted: 15.12.2019

Keywords:

Influence
Maximization,
Online social
networks,
Information diffusion,
Greedy algorithms.

***Corresponding**

Authors

e-mail:
aybikesimsek@duzce.
edu.tr

ABSTRACT

The social influence is one of the major phenomenons that shape people's decisions. In this respect, Influence Maximization (IM) problem is one of the most attractive research topics in the social network analysis because its practical benefits in viral marketing, public opinions shaping etc. The IM problem aims to maximize the spread of an influence (e.g. an opinion, an advertisement) in a social network by using a small number of the most effective individuals, whom is called influencers. Detecting the influencers is the NP-Hard combinatorial optimization problem in most cases. Therefore, many algorithms have been and are being developed for the IM problem. However, the algorithms have not yet achieved to the desired solution quality and speed. In this study, we focused on the signed IM problem that considers both positive and negative influence between the individuals. For this purpose, we developed a greedy algorithm called the Elitist Greedy Algorithm (EGA) for detecting top-k influencers set. We compared the EGA's performance on 2 public datasets with random seed selection, out degree heuristic, and one state-of-the-art greedy algorithm. The EGA outperforms the competitors in terms of the achieved total influence.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.06>

1. INTRODUCTION (*Giriş*)

Online Social Networks (OSNs) are the digital world equivalent of real social networks. In this

respect, many phenomena in real social networks are also present in OSNs. In a real social network (for example, in a friendship), people are influenced by each other's opinions and recommendations. This

influence can be negative or positive. The same applies to OSNs. A person can adopt and disseminate the ideas, recommendations, and suggestions of a friend or a person he/she follows. For such a situation, OSNs have an advantage over real social networks. In OSNs, information will spread much faster than in real social networks. Actors (a product vendor or a politician) who want to benefit from this advantage may want to influence the maximum number of people in OSNs. This problem is known as Influence Maximization (IM). The key point here is to identify people who have the maximum capacity to propagate the desired influence on the OSN. Once these people have been identified, the desired influence can be initiated from these people (i.e. the influencers) and spread across the network. In a more formal description, the IM problem is the detection of top-k influencers that will maximize the propagation of a desired influence on a social network modeled as Graph G under a particular propagation model (analytical model showing how information is spread over a network) [1], [2]. The IM problem has been formulated as a combinatorial optimization problem, and its complexity is NP-Hard under many propagation models such as Independent Cascade (IC) model and Linear Threshold (LT) model [2]–[4]. Also, there are numerous the IM studies that handled on these propagation models as reviewed under the related work section.

A social network, on the other hand, can have positive relationships (e.g. friend or trust), as well as negative relationships (e.g. distrust) [5], [6]. There is a difference between maximizing the influence in unsigned social networks, and in signed social networks. All the relationship (positive and negative) between people in signed networks should be modeled and a propagation model should be used to reflect this situation. In this case, the problem is named as polarity-related influence maximization (PRIM) problem which aims to maximize positive influence or maximize negative influence in signed social networks [6]. Ignoring the sign of relationship between users may lead to miss-estimation of the influence. Hence, we need a propagation model for modeling the signed relationship between users in a social network. For this purpose, some propagation models have been developed for modelling signed relationships in a social network [6]–[10]. In this study, we focused on the signed IM problem that is relatively new and challenging. We developed the Elitist Greedy Algorithm (EGA) for detecting top-k influencers set. We adopted Polarity-related Independent Cascade (IC-P) as propagation model [6]. We compared the EGA's performance on 2 public

datasets with random seed selection, out degree heuristic, and the greedy algorithm (named as IC-P Greedy) that is defined in [6]. The EGA outperforms the competitors in terms of the achieved total influence.

2. RELATED WORK (*İLGİLİ ÇALIŞMALAR*)

The Influence Maximization (IM) is the problem of finding a small number of S seed individuals that affect the largest number of individuals on a network [2]. The problem can be written as a function: $f(S) = \max(|A|)$ for $S \subseteq V$. Here S is the set of seed nodes; A is the set of influenced nodes by S ; V is the set of all nodes on the network. The IM problem is NP-Hard, and a lot of algorithms that adopts different approaches have been proposed for detecting influencers set. We categorize these studies into 2 titles: greedy approaches and combinatorial optimization approaches.

2.1. Greedy Approaches (*Aç Gözlü Yaklaşımlar*)

Greedy approaches mostly adopt the following strategy: rank the nodes according to a metric, and then pick the top-k nodes as seed set. This metric may be indirect indicators (heuristics) of the influence capacities of nodes such as centrality measures, or direct indicators of influence capacities of nodes. Kempe et. al's greedy algorithms one of the most well-known algorithms on the IM problem [2]. Briefly, it picks node one-by-one according to their contribution to spread influence on the network. This approach affected most of the following studies. Leskovec et. al, developed an algorithm called CELF (Cost-Effective Lazy Forward) [11]. Using the sub modularity of the influence function, it doesn't reassess the nodes' contribution to the total influence spread. This significantly reduces the computation time of the algorithm. Chen et. al, have developed an efficient greed algorithm called NewGreedyIC [12]. In each iteration, NewGreedyIC removes all the edges that placed on unsuccessful spreading path network, and creates a reduced network. In the same paper, the authors have proposed DegreeDiscount algorithm under the IC model [12]. It assumes that the propagation probability of each edge is equal. The DegreeDiscount algorithm decreases the degree of a node one by one if its neighbor is in the seed set. Lu et. al., have suggested another discount algorithm called CascadeDiscount that reduces time complexity of greedy algorithm to solve the IM problem [13]. Abbassi et al. have developed a TwoStage (TS) algorithm [14]. The TwoStage consists of 2 stages:

first choose top n nodes in the scope of influence spread. Then, pick the remaining nodes by their influence capabilities. Liu et. al., have developed a greedy algorithm for the IM problem [15]. It constructs the set of spreading paths. Then, it picks the nodes that maximize marginal gain one-by-one. Chen et. al., have developed an integrated PageRank to the signed IM problem [16]. Li et al. have developed an algorithm for the IM problem using community detecting approaches [17]. It firstly partitions the network into n communities, and then it picks the most central nodes in each community as a seed. Li et.al., have dealt with signed influence maximization problem, and suggested a more appropriate propagation model called Polarity-related Independent Cascade (IC-P) [6]. Also, they have developed a greedy algorithm called the IC-P Greedy. The IC-P Greedy selects one node on the each iteration that provides the maximum marginal gain in the total influence. The IC-P Greedy outperforms random, out-degree, and the IC-Greedy algorithm that is an adopted version of CELF to the signed IM problem. There are numerous studies in the literature on the IM problem. For a recent comprehensive survey [18] could be examined.

Briefly, we categorize the greedy approaches into 2 sub-categories: pure greedy and heuristic-based greedy. Pure greedy algorithms use simulated influence capabilities of nodes for ranking nodes. Heuristic-based greedy algorithms use centrality measures of nodes such as degree, PageRank etc for ranking nodes. Pure greedy algorithms need costly Monte Carlo simulations; however, they give an approximation guaranty. Heuristic-greedy algorithms use centrality measures as proxies (heuristics) to estimate the nodes' influence capabilities. So, they are much faster than the first category; however, their solution quality are very sensitive to the measure and the network structure.

2.2. Combinatorial Optimization Approaches (Kombinyonol En İyileme Yaklaşımları)

Borgatti deals the IM problem as an combinatorial optimization problem [19]. So, seed nodes should be picked at same time. The influence power of a node when it is selected alone is not same with the influence power of the same node when it is in a seed set. This is the main reason of that the IM problem is an NP-Hard problem. In this case, the desired number of seed nodes should be selected at the same. For this purpose, the researches have utilized many optimization algorithms such as simulated annealing (SA), genetic algorithm (GA), particle swarm optimization (PSA),

memetic algorithm etc. [5], [20]–[24]. In general, optimization algorithms work much slower than the greedy algorithms that use heuristics (centrality measures). On the other hand, their solution qualities are competitive. For further reading [24] could be examined.

In this study, we focused on development of a pure greedy algorithm because they give more robust and guaranteed quality. To eliminate their running time disadvantage, our algorithm (namely EGA) creates an elite group of nodes by using their individual influence capabilities, and picks the seeds among the elites one-by-one by using a discount strategy.

3. MATERIALS AND METHODS (MATERYAL VE YÖNTEMLER)

3.1. Modelling The Social Network (Sosyal Ağların Modellenmesi)

An unsigned social network can be defined as a directed and weighted graph $G = \{V, E, W\}$. Here, V is the set of nodes (individuals), E is the set of edges (relations), and W is the weighted adjacency matrix that defines influence diffusion probabilities between neighbor nodes. For arbitrary u and v nodes in V , the following proposition must be fulfilled: $\forall (u, v) \in E \leftrightarrow W_{u,v} > 0$. A signed social network also can be defined as a directed and weighted graph, too; however, we need one more property: Polarity. So, the definition will be $\mathbb{G} = \{V, E, W, \mathbb{P}\}$. Here V, E and W are same with in G ; \mathbb{P} is the sign matrix of edges. Each value in \mathbb{P} is determined by (1). Please note that, $\mathbb{P}_{u,v} \neq \mathbb{P}_{v,u}$. For more detailed explanation of signed social networks see [6].

$$\mathbb{P}_{u,v} = \begin{cases} +1, & v \text{ is positively influenced by } u \\ -1, & v \text{ is negatively influenced by } u \\ 0, & v \text{ is not influenced by } u \end{cases} \quad (1)$$

3.2. Problem Statement (Problem Tanımı)

Influence Maximization is defined as the problem of selecting a small number of S seed individuals to influence the largest number of individuals in a social network. Positive influence maximization is the problem of finding a small number of S seed individuals that positively affect the largest number of individuals in the network. The problem can be written as a function: $f^+(S) = \max(|A^+|)$ for $S \subseteq V$. Here, S is the set of seed nodes; A^+ is the set of positively influenced nodes by S ; f^+ is the positive influence function that returns the positive influence of S .

3.3. Propagation Model (Yayılım Modeli)

One of the most popular information propagation models in the literature is the Independent Cascade (IC) model [2]. Briefly, in the IC model a node can be found only in one state: active or inactive. Initially, all the nodes are inactive. If a node is influenced by another node, it becomes active. An activated node can influence other nodes and cannot return to inactive state again. It is assumed that the nodes selected as seeds are already active. In the IC model, every edge on the graph has a propagation probability between 0 and 1, $P(e) = [0,1]$ [25].

In [6], a new propagation model called as the IC-P (Polarity related IC Model) has been developed for signed social networks based on the IC Model. The IC-P model is an extension of the IC Model. In the IC-P model, if a person is activated as positively or negatively, it can influence other persons. How one person will affect another person depends on the current state of the person and the polarity of the relationship between them. Let A^+ be the positively influenced persons set; A^- be the negatively influenced persons set; u and v are the neighbor nodes and u is previously activated. The state of node v is determined by (2) in the IC-P model. If node v is affected positively, it is included to A^+ ; if node v is affected negatively, it is included to A^- ; otherwise nothing is done.

$$\begin{aligned}
 &\text{Activation state of } v \\
 = &\begin{cases} A^+ = A^+ \cup \{v\}, \mathbb{P}_{u,v} = +1 \text{ and } u \in A^+ \\ A^- = A^- \cup \{v\}, \mathbb{P}_{u,v} = +1 \text{ and } u \in A^- \\ A^- = A^- \cup \{v\}, \mathbb{P}_{u,v} = -1 \text{ and } u \in A^+ \\ A^+ = A^+ \cup \{v\}, \mathbb{P}_{u,v} = -1 \text{ and } u \in A^- \\ \quad, \mathbb{P}_{u,v} = 0 \end{cases} \quad (2)
 \end{aligned}$$

3.4. Diffusion Probability Model (Yayılım Olasılığı Modeli)

If we already know that the probability of influence diffusion from one node to another, we can use this information. If have no idea about this, we use existed influence diffusion probability models. In this study, we adopted the following model.

Weighted Cascade Setting (wcs): In this model, $W_{u,v} = 1/\text{deg}^-(v)$, where $\text{deg}^-(v)$ is the in-degree of the node v .

3.5. Developed Greedy Algorithm: Elitist Greedy Algorithm (EGA) (Geliştirilen Aç Gözlü Algoritma: Elitist Aç Gözlü Algoritma (EGA))

There are very few influencers in a social network. Thus, it is not necessary to assume that all the nodes are influencer candidates in a social network graph [26]. The EGA eliminates the weak nodes, and then applies greedy approach and discount strategy for selecting seed set. The EGA picks all the nodes one-by-one as seed node, and repeats the propagation 20.000 times in each iteration [1]. Only one node is selected as the seed in one iteration. Thus, an average expected influence value is calculated for all nodes in each iteration. After that, the EGA gives a decision of a node's state when creating the set of the influenced nodes. Let u and v be arbitrary nodes. Let pick the node u as seed. After 20.000 times propagation simulation, node v 's average probability of being influenced by u is p . If $p \geq 0,5$, we assume that v is influenced by u . So, the EGA adds the node v into the node u 's set of the influenced nodes. As a result, it keeps set of the influenced nodes for all nodes. Namely, each node has one separate set. Then, if the size of a node's set of the influenced nodes is greater than average + standard deviation of all nodes' sets, the EGA adds this node to a list called as elites. After that, it passes to picking and discounting stage. The EGA picks the most influential node from the list; excludes the selected node and (if any) all influenced nodes by this node from the list. More formal definition:

Let I_u be the set of the positively influenced nodes by the selected seed node u . The average of all nodes' influence capabilities (number of influenced nodes by the node) are calculated as in (3).

$$\mu = \left(\sum_{u \in V} |I_u| \right) / |V| \quad (3)$$

Here, we calculate the standard deviation as in (4).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{|V|} \sum_{u \in V} (|I_u| - \mu)^2} \quad (4)$$

Let $f^+(\cdot)$ is the positive influence function that returns the positively influenced nodes set by node u . Let E be list of elites, and $L(\cdot)$ be the function that adds the nodes that have number of influenced nodes is greater than average + standard deviation to a list of elites. We write $L(\cdot)$ as in (5).

$$L(u) = \begin{cases} E \cup \{u\}, & f^+(u) \geq (\mu + \sigma) \\ -, & f^+(u) < (\mu + \sigma) \end{cases} \quad (5)$$

EGA's algorithm is shown in Algorithm 1.

ALGORITHM 1: EGA($\mathbb{G} = \{V, E, W, \mathbb{P}\}, k$) // k is number of seeds
 // S is the set of seed nodes
 $I \leftarrow \emptyset; \mathbb{E} \leftarrow \emptyset; S \leftarrow \emptyset;$
foreach $u \in V$
 $I_u \leftarrow \emptyset;$
 $I_u \leftarrow f^+(u)$ // set of influenced individuals by u
End foreach
 calculate μ by using (3)
 calculate σ by using (4)
foreach $u \in V$
 $L(u)$ // this calls the function in (5), and it creates the list of elites \mathbb{E}
End foreach
for l to k do
 $s^* \leftarrow \operatorname{argmax}_{u \in \mathbb{E}} |I_u|$ // pick most influential elite individual
 $S \cup \{s^*\}$ // add most influential elite individual to the seed set
 $\mathbb{E} \leftarrow \mathbb{E} \setminus (\{s^*\} \cup I_{s^*})$ // exclude s^* and (if any) all influenced individuals by s^* from \mathbb{E}
End for
Output S
End

Here, k is the desired number of seeds; S is the set of seed nodes.

4. EXPERIMENTS (DENEYLER)

In this section we give the brief information about the used datasets, and the competitors. Then, we present the experimental results.

4.1. Datasets (Veri Setleri)

In the experiments, we used Stanford Large Network Dataset Collection – SNAP’s (<http://snap.stanford.edu/data/index.html>) large signed social network datasets Epinions and Slashdot [27]. Epinions is a product review web site. The users vote to trust or distrust someone based on their reviews of products. It has 131.828 nodes and 841.372 edges. Slashdot is a technology news web site. The users can rate each other as friend or foe. It has 81.871 nodes and 545.671 edges.

4.2. The competitors (Rakipler)

We compared the EGA with the IC-P Greedy, out-degree heuristic, and random selection method. The IC-P greedy is a recent algorithm for the IM problem [6]. Out-degree heuristic and random selection

method are often used for benchmarking. We give the details of the algorithms below.

IC-P Greedy The IC-P Greedy picks one node on the each iteration that provides the maximum marginal gain in the total influence. Its algorithm is shown in Algorithm 2.

ALGORITHM 2: IC-P Greedy ($k, f^+(\cdot)$) // k is the number of seeds
 // S is set of seed nodes
 $S \leftarrow \emptyset;$
for l to k do
 Select $u \leftarrow \operatorname{argmax}_{u \in V \setminus S} (f^+(S \cup \{u\}) - f^+(S))$
 $S = S \cup \{u\}$
End for
Output S
End

Here, k is the desired number of seeds; $f^+(\cdot)$ is the positive influence function that returns the positive influence of S .

Out-Degree – This heuristic picks the top – k nodes, which have the highest out degree.

Random – This method randomly selects seed nodes from network.

4.3. Experimental Results (Deneyset Sonuçlar)

We used Polarity related IC Model (IC-P) as propagation model, and weighted cascade setting for determining the edge weights on the graph datasets. Achieved positive influence values on Epinions and Slashdot datasets are shown in Fig. 1 and Fig. 2, respectively.

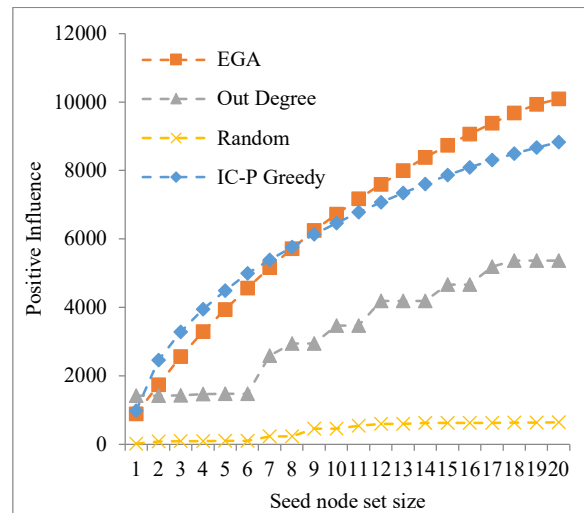


Fig. 1. Results for Epinions dataset (Epinions veri seti için sonuçlar)

4.3. Experimental Results (DeneySEL Sonuçlar)

We used Polarity related IC Model (IC-P) as propagation model, and weighted cascade setting for determining the edge weights on the graph datasets. Achieved positive influence values on Epinions and Slashdot datasets are shown in Fig. 1 and Fig. 2, respectively.

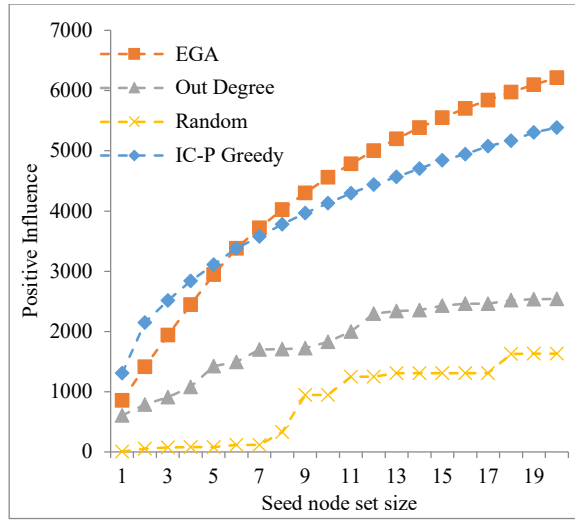


Fig. 2. Results on Slashdot dataset (*Slashdot veri seti için sonuçlar*)

Random and out-degree heuristic have given the worst results. The IC-P Greedy outperforms the EGA for relatively low seed node set size, especially less than 9. For higher sizes, the EGA outperforms the IC-P Greedy. Please note that, the IM problem is getting harder to solve with the increase of seed node set size. As a result, the EGA gives competitor performance in terms of solution quality.

Additionally, we compared the EGA and the IC-P Greedy in terms of running times. The EGA has generated the list of elites by picking ~21.000 nodes among 131.828 nodes in Epinions dataset; generated the list of elites by picking ~16.500 nodes among 81.871 nodes in Slashdot dataset. These are the 16% of total nodes, and 20% of total nodes respectively. Main time consuming part of the algorithms is the computing a node's marginal gain to the total influence. The EGA has reduced the number of nodes that need to be calculated to approximately one fifth. Thus, the EGA's running time is 5 time faster than the IC-P.

5. DISCUSSION AND CONCLUSION (TARTIŞMA VE SONUÇ)

The IM problem is one of the most attractive research topics in the social network analysis because its practical benefits in viral marketing, public opinions shaping etc. In this study, we dealt the signed IM problem, which considers positive and negative relations between social network users, and we developed a new fast greedy algorithm called EGA. The EGA gives better results than state-of-the-art the IC-P Greedy algorithm in the most experiments in terms of solution quality and the time efficiency. Even if the EGA adopts pure greedy approach, its strategy could be applied to heuristic-based approaches. The nodes can be easily qualified by their centrality measure values during the creation of the list of elites. This improves the time efficiency of the algorithm significantly because the centrality measures bypass heavy Monte Carlo propagation simulations. For this purpose, robust centrality measures that have good ranking capabilities should be developed.

CONFLICT OF INTEREST

No conflict of interest was declared by the author.

REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] G. A. Tong, S. Li, W. Wu, and D.-Z. Du, "Effector Detection in Social Networks," *IEEE Trans. Comput. Soc. Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 151–163, Dec. 2016.
- [2] D. Kempe, J. Kleinberg, and É. Tardos, "Maximizing the spread of influence through a social network," in *Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '03*, 2003, p. 137.
- [3] T. Lappas, E. Terzi, D. Gunopulos, and H. Mannila, "Finding effectors in social networks," in *Proceedings of the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '10*, 2010, p. 1059.
- [4] M. Samadi, R. Nagi, A. Semenov, and A. Nikolaev, "Seed activation scheduling for influence maximization in social networks," *Omega*, vol. 77, pp. 96–114, Jun. 2018.
- [5] D. Li, C. Wang, S. Zhang, G. Zhou, D. Chu, and C. Wu, "Positive influence maximization in signed social networks based on simulated annealing," *Neurocomputing*, vol. 260, pp. 69–78, Oct. 2017.

- [6] D. Li, Z.-M. Xu, N. Chakraborty, A. Gupta, K. Sycara, and S. Li, "Polarity Related Influence Maximization in Signed Social Networks," *PLoS One*, vol. 9, no. 7, p. e102199, Jul. 2014.
- [7] X. Weng, Z. Liu, and Z. Li, "An Efficient Influence Maximization Algorithm Considering Both Positive and Negative Relationships," in *2016 IEEE Trustcom/BigDataSE/ISPA*, 2016, pp. 1931–1936.
- [8] M. Talluri, H. Kaur, and J. S. He, "Influence maximization in social networks: Considering both positive and negative relationships," in *2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, 2015, pp. 479–480.
- [9] H. Zhang, T. N. Dinh, and M. T. Thai, "Maximizing the Spread of Positive Influence in Online Social Networks," in *2013 IEEE 33rd International Conference on Distributed Computing Systems*, 2013, pp. 317–326.
- [10] A. Nazemian and F. Taghiyareh, "Influence maximization in Independent Cascade model with positive and negative word of mouth," in *6th International Symposium on Telecommunications (IST)*, 2012, pp. 854–860.
- [11] J. Leskovec, A. Krause, C. Guestrin, C. Faloutsos, J. VanBriesen, and N. Glance, "Cost-effective outbreak detection in networks," in *Proceedings of the 13th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '07*, 2007, p. 420.
- [12] W. Chen, Y. Wang, and S. Yang, "Efficient influence maximization in social networks," in *Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining - KDD '09*, 2009, p. 199.
- [13] F. Lu, W. Zhang, L. Shao, X. Jiang, P. Xu, and H. Jin, "Scalable influence maximization under independent cascade model," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 86, pp. 15–23, May 2017.
- [14] Z. Abbassi, A. Bhaskara, and V. Misra, "Optimizing Display Advertising in Online Social Networks," in *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web - WWW '15*, 2015, pp. 1–11.
- [15] W. Liu, X. Chen, B. Jeon, L. Chen, and B. Chen, "Influence maximization on signed networks under independent cascade model," *Appl. Intell.*, vol. 49, no. 3, pp. 912–928, Mar. 2019.
- [16] S. Chen and K. He, "Influence Maximization on Signed Social Networks with Integrated PageRank," in *2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity)*, 2015, pp. 289–292.
- [17] J. Li and Y. Yu, "Scalable Influence Maximization in Social Networks Using the Community Discovery Algorithm," in *2012 Sixth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing*, 2012, pp. 284–287.
- [18] S. Peng, Y. Zhou, L. Cao, S. Yu, J. Niu, and W. Jia, "Influence analysis in social networks: A survey," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 106, pp. 17–32, Mar. 2018.
- [19] S. P. Borgatti, "Identifying sets of key players in a social network," *Comput. Math. Organ. Theory*, vol. 12, no. 1, pp. 21–34, Apr. 2006.
- [20] K. Zhang, H. Du, and M. W. Feldman, "Maximizing influence in a social network: Improved results using a genetic algorithm," *Phys. A Stat. Mech. its Appl.*, vol. 478, pp. 20–30, Jul. 2017.
- [21] M. Gong, C. Song, C. Duan, L. Ma, and B. Shen, "An Efficient Memetic Algorithm for Influence Maximization in Social Networks," *IEEE Comput. Intell. Mag.*, vol. 11, no. 3, pp. 22–33, Aug. 2016.
- [22] M. Gong, J. Yan, B. Shen, L. Ma, and Q. Cai, "Influence maximization in social networks based on discrete particle swarm optimization," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 367–368, pp. 600–614, Nov. 2016.
- [23] Qixiang Wang, M. Gong, Chao Song, and Shanfeng Wang, "Discrete particle swarm optimization based influence maximization in complex networks," in *2017 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2017, pp. 488–494.
- [24] A. ŞİMŞEK and R. KARA, "Using swarm

- intelligence algorithms to detect influential individuals for influence maximization in social networks,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 114, pp. 224–236, Dec. 2018.
- [25] R. Zafarani, M. A. Abbasi, and H. Liu, *Social Media Mining*, 1st ed. Cambridge University Press, 2014.
- [26] J.-R. Lee and C.-W. Chung, “A Query Approach for Influence Maximization on Specific Users in Social Networks,” *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 27, no. 2, pp. 340–353, Feb. 2015.
- [27] J. Leskovec, D. Huttenlocher, and J. Kleinberg, “Signed networks in social media,” in *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems - CHI '10*, 2010, p. 1361.

Aybike ŞİMŞEK

Aybike ŞİMŞEK received her BS degree from the Department of Computer Engineering, Selçuk University in 2003; MS degree from the Department of Computer Engineering, Gazi University in 2010; and PhD. from the Department of Electrical-Electronics and Computer Engineering, Düzce University in 2018. She was a postdoctoral researcher at the Department of Computer Science, Humboldt-Universität zu Berlin from August 2018 to July 2019. She has been working as lecturer at the Department of Computer Programming in Düzce University since January, 2015. Her current research interests include social network analysis, complex networks, and physiological networks.

İki Seviyeli Hibrit Makine Öğrenmesi Yöntemi ile Saldırı Tespiti

Remzi ATAY^a, Duygu Evrim ODABAŞ^a, Meltem KURT PEHLİVANOĞLU^{*,a}

^{a,*} Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ 41380, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 01.08.2019
Kabul: 18.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Saldırı Tespiti, CSE-CIC-IDS2018 Veri Kümesi, Makine Öğrenmesi

Sorumlu Yazar:

e-posta:
meltem.kurt@kocaeli.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde saldırı tespiti amaçlanmıştır. Kullanılacak yöntemler tek seviyeli yöntem ve iki seviyeli hibrit yöntem olarak iki bölüme ayrılmıştır. Çalışmada Evrimsel Sinir Ağı (CNN), Rastgele Orman, Hafif Gradyan Artırma (LGBM), (CNN + Rastgele Orman), (LGBM + Rastgele Orman) ve (Rastgele Orman + Rastgele Orman) makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak veri kümesi ele alınmıştır. %98 doğruluk oranı ve 0.86 macro F-skoru ile (CNN + Rastgele Orman) hibrit modelinin en iyi saldırı tespiti yaptığı görülmüştür. Ayrıca, GridSearch ile hiperparametre optimizasyonu yapılmış, Sentetik Azınlık Aşırı Örnekleme Tekniği (SMOTE) ve yüksek korelasyonlu özneliklerin tespit üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma, CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde ilk defa iki seviyeli hibrit çoklu sınıflandırma kullanıldığı için özgündür.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.07>

A Two-Level Hybrid Machine Learning Method for Intrusion Detection

ARTICLE INFO

Received: 01.08.2019
Accepted: 18.12.2019

Keywords:

Intrusion Detection, CSE-CIC-IDS2018 Dataset, Machine Learning

Corresponding

Authors

e-mail:
meltem.kurt@kocaeli.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this study is to perform intrusion detection on CSE-CIC-IDS2018 dataset. The methods to be used were divided into two parts as one level method and two level hybrid method. In this study, we handled this dataset by using Convolutional Neural Network, Random Forest, Light Gradient Boosting Machine, (CNN + Random Forest), (LGBM + Random Forest) and (Random Forest + Random Forest) machine learning methods. (CNN + Random Forest) was found to be the best intrusion detection method with 98% accuracy score and 0.86 macro F-score. In addition, hyperparameter optimization was performed with GridSearch and the effect of Synthetic Minority Over-sampling Technique and high correlated features on detection was investigated. The study is unique because of that is the first time used the two-level hybrid multi classifying on CSE-CIC-IDS2018 dataset.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.07>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Saldırı Tespit Sistemleri (STS), korunacak ağa dışarıdan veya içeriden yapılan saldırıları tespit etmeyi ve önlemeyi amaçlar. Saldırı Tespit Sistemleri temel olarak imza tabanlı ve anomali tabanlı olarak ikiye ayrılabilir. İmza tabanlı sistemler, daha önce görülen ve bilinen saldırı tiplerinin bir veri tabanında

saklanması ile gerçekleşirken anomali tabanlı sistemler gerçek zamanlı paketlerin düzenli ve normal paketler ile aykırılıklarını değerlendirir. Bu aykırılıkların tespiti için genel olarak makine öğrenmesi yöntemleri kullanılır. Bu çalışmada da makine öğrenmesi yöntemleriyle saldırı tespiti amaçlanmıştır.

Var olan saldırı tespit amaçlı veri kümeleri incelendiğinde saldırı çeşitliliği açısından az sayıda güncel veri kümesi bulunmaktadır. Çalışmada 2018 yılında hazırlanmış, saldırı çeşitliliği yüksek olan CSE-CIC-IDS2018 [1] veri kümesi üzerinde saldırı tespiti amaçlanmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde bu veri kümesi üzerindeki tüm saldırı tiplerini çoklu sınıflandıran tutarlı bir çalışmaya rastlanmamıştır, çalışma bu yönüyle özgün değer taşımaktadır.

Bu çalışmada Tek Seviyeli Yöntem ve İki Seviyeli Hibrit Yöntem olmak üzere iki farklı yöntemin CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde saldırı tespit başarısı test edilmiştir. Tek seviyeli yöntemde Rastgele Orman, LGBM ve CNN sınıflandırma algoritmaları ile veri kümesi üzerinde saldırı türleri çoklu sınıflandırılmıştır. Ancak Tek Seviyeli Yöntemde kullanılan sınıflandırıcıların yanlış sınıflandırdığı gözlemlerin doğru sınıflandırılabilmesi için, iki seviyeden oluşan (ilk seviyede ikili sınıflandırma yapıp ikinci seviyede çoklu sınıflandırma yapılarak saldırı türü tespiti) hibrit yöntemin sınıflandırma başarısına etki edip etmeyeceği araştırılmıştır. İki Seviyeli hibrit (Seviye 1 + Seviye 2) yöntemde, önerilen model Seviye 1 ve Seviye 2 olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Seviye 1'de; veri kümesi üzerinde saldırı olup olmadığının tespiti için Rastgele Orman, LGBM ve CNN algoritmaları ayrı ayrı denenerek ikili sınıflandırma yapılmıştır. Seviye 2'de ise, Seviye 1'de saldırı olarak tespit edilen gözlemlerin tümü, Rastgele Orman algoritması için test verisi olarak kullanılarak çoklu sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar incelendiğinde, İki Seviyeli Hibrit yöntem kullanımının veri kümesi üzerinde saldırı tespit başarısını artırdığı görülmüştür. En yüksek başarıyı veren model, CNN algoritması ile ikili sınıflandırmanın ardından Rastgele Orman yöntemi ile çoklu sınıflandırma yapan İki Seviyeli yöntemdir. Yöntemde, %98 doğruluk oranı ve 0.86 F-skoru macro ortalamasıyla saldırı tespiti yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde saldırı tespit amaçlı makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemlerini kullanan çalışmalar verilmiştir. Üçüncü bölümde ise CSE-CIC-IDS2018 veri kümesine ait ayrıntılı bilgiler verilmiş olup, dördüncü bölümde ise çalışma kapsamında önerilen iki seviyeli hibrit model detaylandırılarak ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Son bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek ileride yapılması planlanan çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (RELATED STUDIES)

Wankhede ve Kshirsagar 2018 yılındaki çalışmalarında [2], CICIDS2017 veri kümesindeki sadece belirli bir günde yapılan DoS saldırıları üzerinde Rastgele Orman ve Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network-ANN) yöntemlerini kullanarak saldırı tespiti yapmışlardır. Bunun yanında, gözlem sayısının tespit başarısına etkisini incelemek için, eğitim verisinin %20-80 arasında gözlemi kullanılarak Rastgele Orman ve Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi Layer Perceptron-MLP) algoritmalarının başarımları karşılaştırılmıştır. Rastgele Orman yönteminin %99.95 doğruluk oranı ile daha başarılı olduğu ve Rastgele Orman yöntemi için %50, MLP yöntemi için %30 gözlem oranının en iyi (optimal) olduğu görülmüştür.

Sharafaldin ve arkadaşları 2018 yılındaki çalışmalarında [1], ağ trafiği dinlenmesi ve saldırı tespiti için oluşturulan veri kümelerindeki saldırı çeşitliliği yetersizliğinden dolayı CICIDS2017 veri kümesini oluşturmuşlardır. Bu veri kümesi üzerinde k-En Yakın Komşu (k-Nearest Neighbor-k-NN), Rastgele Orman, Tekrarlı İkili Ağaç (Iterative Dichotomiser 3-ID3), Adaboost, MLP, Naive Bayes ve Karese Diskriminant Analizi (Quadratic Discriminant Analysis-QDA) yöntemleri saldırı tespiti amaçlı kullanılmıştır. 0.98 F-skoru ile ID3 algoritması en iyi sonucu vermiştir.

Aksu ve Aydın 2018 yılındaki çalışmalarında [3], MLP ve Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machine-SVM) yöntemlerini kullanarak CICIDS2017 veri kümesi üzerinde port tarama saldırılarını tespit etmişlerdir. Veri kümesi üzerindeki yalnızca port tarama saldırıları üzerinde MLP ile 0.65, SVM ile 0.95 F-skoru ile saldırı tespiti yapılmış ve 7 katmanlı MLP modeli ile daha başarılı saldırı tespiti yapıldığı gösterilmiştir.

Kanimozhi ve Jacob 2019 yılındaki çalışmalarında [4], CSE-CIC-IDS2018 (CIC-AWS-2018) veri kümesindeki Botnet (Bot) saldırılarını MLP yöntemini kullanarak tespit etmişlerdir. Bunun yanında varsayılan hiperparametreler ile aşırı uyum (overfitting) durumuna düşen model üzerinde GridSearch yöntemi ile hiperparametre optimizasyonu yapmışlardır. Önerilen yöntem ile Botnet saldırıları %99.97 doğruluk oranı ile sınıflandırılmıştır.

Zhou ve Pezaros 2019 yılındaki çalışmalarında [5], CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde eğitilen bir modelin, hiç görmediği tipteki saldırılar (Zero-Day)

üzerindeki başarısını incelemişlerdir. 6 farklı makine öğrenmesi yöntemi (Rastgele Orman, Gaussian Naive Bayes, Karar Ağacı, MLP, kNN, QDA) 10-Katlamalı Çapraz Doğrulama (10-Fold Cross Validation) ile bu veri kümesi üzerinde saldırı tespit amaçlı denetlenmiştir. Denemeler her bir saldırı tipi için normal trafik ile ikili karşılaştırılarak yapılmış ve en başarılı yöntemin Karar Ağacı (Decision Tree) olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra model, eğitim veri kümesi üzerinde Normal ve Saldırı olmak üzere etiketlenip eğitilerek, test veri kümesi için 1 haftalık normal trafik ve 6 farklı yeni saldırı trafiği (ZeroAccess, DDoS bot'a darkness, Google doc macadocs, Bitcoin miner, Drowor worm, Nuclear ransomware, False content injection, Ponmocup trojan) oluşturulmuştur. Karar ağacı yöntemi ile bu test kümesi üzerinde %96 doğruluk oranı ile saldırı tespiti yapılmıştır.

Yulianto ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [6], CICIDS2017 veri kümesi üzerinde AdaBoost algoritmasının performansını iyileştirmişlerdir. Saldırı türleri açısından dengesiz olan CICIDS2017 veri kümesi üzerinde Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis-PCA), SMOTE ve Topluluk Öznitelik Seçimi (Ensemble Feature Selection-EFS) yöntemleri ile performans iyileştirmesi denetlenmiştir. Karşılaştırmalı sonuçlara göre, AdaBoost algoritmasının performansını 0.90 F-skoru ile en çok iyileştiren yöntemin, SMOTE ve EFS algoritmalarının birlikte kullanımı olduğu görülmüştür.

Ullah ve Mahmoud 2019 yılındaki çalışmalarında [7], Nesnelerin İnterneti (Internet of Things-IoT) ağlarında anormallik tespiti için CICIDS2017 ve UNSW-15 veri kümeleri üzerinde iki seviyeli (hibrit) bir model geliştirmişlerdir. Birinci seviyede Karar Ağacı yöntemi kullanılarak ikili sınıflandırma (Normal, Saldırı) yapılmış ve saldırı olarak sınıflandırılan paketler ikinci seviyeye sokulmuştur. İkinci seviyede aşırı örnekleme (oversampling) ve alt örnekleme (undersampling) yöntemleri olan Yinelemeli Öznitelik Elemesi (Recursive Feature Elimination-RFE), SMOTE ve Düzenlenmiş En Yakın Komşu (Edited Nearest Neighbors-ENN) kullanılarak öznitelik elemesi yapılmıştır. CICIDS2017 veri kümesi için ilk ve ikinci seviyede 1.0 F-skoru (ağırlıklı ortalama F-skor); UNSW-15 için ilk seviyede 0.99, ikinci seviyede 0.97 F-skoru (ağırlıklı ortalama F-skor) ile saldırı tespiti yapılmıştır.

Wani ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [8] SVM, Rastgele Orman ve Naive Bayes yöntemlerini kullanarak Bulut Bilişim Ortamı

üzerinde DDoS saldırıları tespiti yapmışlardır. Çalışmada oluşturulan veri kümesi üzerinde 9 öznitelik kullanılarak en başarılı sonuç 0.998 F-skoru ile SVM algoritmasından alınmıştır.

Yang ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [9], NSL-KDD ve UNSW-NB15 veri kümeleri üzerinde Düzenlenmiş Yoğunluk Zirve Kümelemesi Algoritması (Modified Density Peak Clustering Algorithm-MDPCA) ve Derin İnanç Ağlarını (Deep Belief Network-DBN) kullanarak etkili bir saldırı tespit sistemi oluşturmayı amaçlamışlardır. Boyut azaltımı için eğitim kümesi üzerinde, MDPCA yöntemi ile benzer özelliklere sahip alt kümeler oluşturularak, DBN modeli bu örneklerle eğitilmiştir. Bunun yanında kNN, Multinomial Naive Bayes (MNB), Rastgele Orman, SVM, Yapay Sinir Ağı (Artificial Neural Network-ANN), DBN, Deep Neural Networks (DNN), Spektral Kümeleme ve Derin Sinir Ağları Topluluk Algoritması (Spectral Clustering and Deep Neural Network Ensemble Algorithm-SCDNN), Kendi Kendine Öğrenme Tekniği (Self-taught Learning Technique-STL) Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks-RNN), Çok Sınıflı Kademeli Yapay Sinir Ağı (Multiclass Cascade of Artificial Neural Network-CASCADE-ANN), Beklenti Maksimizasyonu Kümelemesi (Expectation Maximization Clustering-EM Clustering) ve Karar Ağacı yöntemleri de denetlenmiştir. İki veri kümesi üzerinde de önerilen MDPCA-DBN yönteminin en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Yılmaz ve Şen 2019 yılındaki çalışmalarında [10] ISOT ve CICIDS2017 veri kümeleri üzerinde Dilbilgisel Gelişim (Grammatical Evolution-GE) algoritmasını kullanarak erken botnet tespitini amaçlamışlardır. Önerilen yöntemde GE modeli, bu veri kümeleri içindeki botnet ve normal trafik ile eğitilmiştir. Gerçek zamanlı veriden farklı boyutta pencereler ile trafik akışı elde edilmiş ve bu akışlar önerilen model ile sınıflandırılmıştır. Önerilen yöntemle literatürdeki diğer çalışmalara kıyasla ISOT veri kümesi üzerinde en iyi doğruluk oranı sağlanmıştır.

McKay ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [11], CICIDS2017 veri kümesi üzerinde Rastgele Orman, OneR, kNN, J48, MLP ve Naive-Bayes yöntemlerini kullanarak botnet saldırı tespitini amaçlamışlardır. Çalışmada veri kümesi dengeli ve normal (orijinal oranı koruyarak) olarak iki farklı şekilde bölünmüş ve dengeli veri kümesi ile eğitilen tüm yöntemlerin daha iyi sonuç verdiği

gözlenmiştir. Bunun yanında %98,73 doğruluk oranıyla en iyi sonuç J48 ile elde edilmiştir.

Ferrag ve Maglaras 2019 yılındaki çalışmalarında [12], Drone taşıma servisleri için Blokchain tabanlı bir taşıma sistemi sunmuşlardır. Bunun yanında güvenlik için bir de saldırı tespit yöntemi geliştirmişlerdir. CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde SVM, RNN, CNN ve Rastgele Orman yöntemlerini Brute-Force, Web, DoS, DDoS, Botnet ve Infiltration saldırılarını tespit etmek için uygulamışlardır. Sırasıyla elde ettikleri en yüksek doğruluk oranı değerleri %92.19, %96.12, %96.18, %98.55, %98.71 ve %96.23 tür.

Lin ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [13], CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde 7 temel sınıflı saldırı tespiti gerçekleştirmişlerdir. Model, Uzun Kısa Süreli Hafıza (Long Short Term Memory-LSTM) yöntemi ile gerçekleşmiş ve Attention Mechanism (AM) yöntemi ile daha iyi performans amaçlanmıştır. Web ve Infiltration ataklarının tespit başarısızlığı görülmüş ve dengesizlik probleminin çözülmesi için bu sınıflar üzerinde SMOTE yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca normal trafik rastgele altörneklenmiş ve yalnızca 2 milyon örnek bırakılmıştır. Saldırı tespitinin başarımını değerlendirmek için doğruluk oranı, precision, recall ve f-skor değerleri verilmiştir. Ancak çalışmada verilen precision, recall ve f-skor değerleri birbirleri ile çalışmaktadır. Örn. 0.93 precision ve 0.17 recall sonuçları alınan bir sınıf için 0.93 f-skor değeri elde edildiği iddaa edilmiştir.

Filho ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında [14], CIC-DOS, CICIDS2017, CSE-CIC-IDS2018 ve kendi geliştirdikleri veri kümeleri üzerinde Rastgele Orman yöntemi ile DoS saldırı tespiti yapmayı amaçlamışlardır. Veri kümeleri için sırasıyla 0.999, 0.992, 1.000 ve 0.995 F-skor değerleri elde edilmiştir.

Kanimozhi ve Jacob 2019 yılındaki çalışmalarında [15], CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde kNN, Naive Bayes, SVM, Rastgele Orman, AdaBoost ve MLP yöntemlerini kullanarak botnet saldırı tespiti gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca yöntemlerin kalibrasyon eğrileri üzerinden performansları değerlendirilmiştir. kNN, Naive Bayes, SVM, Rastgele Orman, AdaBoost ve MLP yöntemleri için elde edilen F-skor değerleri sırasıyla; 0.9984, 0.9953, 0.9994, 0.9992, 0.9992 ve 0.9998'dir. F-skor değeriyle doğru orantılı olarak, kalibrasyon eğrisi mükemmel eğriye en yakın olan yöntemin de MLP olduğu verilmiştir.

Literatürdeki yapılan çalışmalar incelendiğinde, CSE-CIC-IDS2018 veri kümesini kullanan altı farklı çalışmaya [4,5,12,13,14,15] rastlanmıştır. [4, 15]'te verilen çalışmalarda sadece Botnet saldırıları tespit edilmiş ancak diğer saldırı türleri ele alınmamıştır. [5]'te verilen çalışmada ise CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde en iyi makine öğrenmesi yöntemini bulmak için, saldırılar tek tek normal trafik ile karşılaştırılmış ancak saldırı tiplerinin birbirleriyle karşılaştırması yapılmamıştır, ilgili çalışmada sadece Zero-Day saldırılarının tespiti amaçlanmıştır. [12]'de verilen çalışmada ise sınıf sayısı 7'ye indirilerek çoklu sınıflandırma yapılmıştır yalnızca doğruluk oranı sonuçları paylaşılmıştır. Ancak doğruluk oranı CSE-CIC-IDS2018 gibi dengesiz bir veri kümesinde yanıltıcı bir metriktir, bu metriğe ek olarak diğer metriklerin de, özellikle F-skor değerinin verilmesi uygundur. [13]'te verilen çalışmada 7 temel sınıf üzerinde tespit yapılmış, precision, recall ve F-skor değerleri verilmiştir. Ancak verilen bilgiler birbirleri ile çalışmaktadır, çalışma tutarsızdır. [14]'te verilen çalışmada yalnızca DoS saldırılarının tespiti yapılmış ve diğer saldırı türleri ele alınmamıştır. Bu çalışmada ise CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerindeki tüm saldırıların tespiti için en iyi başarıyı gösteren iki seviyeli hibrit bir model önerilmiştir. Çalışma bu yönüyle özgün olup, bu verisetini kullanan diğer çalışmalarda önerilen yöntemlerden farklıdır.

3. VERİ KÜMESİ ÖZELLİKLERİ (DATA SET SPECIFICATIONS)

Çalışmada kullanılan veri kümesi CSE-CIC-IDS2018, CICIDS2017 veri kümesinin güncellenmiş halidir ve bilinen en yeni saldırı trafiği veri kümesidir. Bu veri kümesi Kanada Siber Güvenlik Enstitüsü (CIC) ve İletişim Güvenliği Kurumu (CSE) tarafından Amazon AWS LAN ağı üzerinde toplanarak oluşturulmuştur.

Veri kümesinde BruteForce (Web, XSS, FTP, SSH), Botnet, DoS (Hulk, SlowHTTPTest, GoldenEye, Slowloris), DDoS (HOIC, LOIC-UDP, LOIC-HTTP), Web Saldırıları (SQL Injection) ve Ağa içeriden sızma (Infiltration) olmak üzere 6 tipte 14 farklı saldırı türü (2,746,934 tane gözlem) vardır. CICFlowMeter-V3 [16] kullanılarak elde edilen paketler ağ trafik akışlarına dönüştürülmüş ve 80 öznitelik sunulmuştur. Saldırı tipleri ve bu saldırılara ait gözlem sayılarının dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Veri Kümesindeki Gözlem Sayıları

Saldırı Türü	Gözlem Sayısı
Normal	13390249
Bot	286191
Brute Force Web	611
Brute Force XSS	230
DDOS HOIC	686012
DDOS LOIC UDP	1730
DDoS LOIC HTTP	576191
DoS GoldenEye	41508
DoS Hulk	461912
DoS SlowHTTPTest	139890
DoS Slowloris	10990
FTP BruteForce	193354
Infiltration	160639
SQL Injection	87
SSH Bruteforce	187589

Tablodan da görüleceği gibi veri kümesinde yer alan saldırı tiplerinin gözlem sayılarının dağılımı dengesizdir. Veri kümesi içerisindeki Infiltration saldırısı, diğer saldırıların aksine ağa içeriden sızma yolunu izlediğinden normal trafik ile çok benzerlik göstermektedir. Bu sızma işlemi genellikle kurban gönderilen zararlı yazılım içeren bir e-posta ile veya Adobe Acrobat Reader gibi hassas yazılımların zaaflarından faydalanarak kurban bilgisayarda Nmap ve portscan gibi araçları kullanmayı sağlayacak bir arka kapı yaratarak uygulanır. Bu çalışmada ve literatürde var olan çalışmalarda Infiltration saldırısının başarı ile tespit edildiği görülmemiştir. Infiltration saldırı tipinin makine öğrenmesi ve derin öğrenme metodları ile tespit edilmesinin zorluğu gösterilmiştir.

4. ÖNERİLEN YÖNTEM VE DENEYSEL SONUÇLAR (RECOMMENDED METHODS AND EXPERIMENTAL RESULTS)

Çalışmada saldırı tespiti için kullanılan modellere ait kapsamlı bilgiler aşağıda verilmiştir. Çalışma

kapsamında veri ön işleme adımından sonra önerilen yöntem tek seviyeli ve iki seviyeli olarak ele alınmıştır. İki seviyeden kasıt, test kümesindeki verilerin ardışık olarak iki farklı modele sokulmasıdır. İlk seviyede gözlemin saldırı olup olmadığı (ikili sınıflandırma) tespit edilir, ikinci seviyede ise ilk seviyede saldırı olarak nitelenen gözlemlerin saldırı türü belirlenir. Böylece oluşan hibrit modelin genel başarımı arttırması beklenmektedir.

4.1. Veri Ön İşleme (Data Preprocessing)

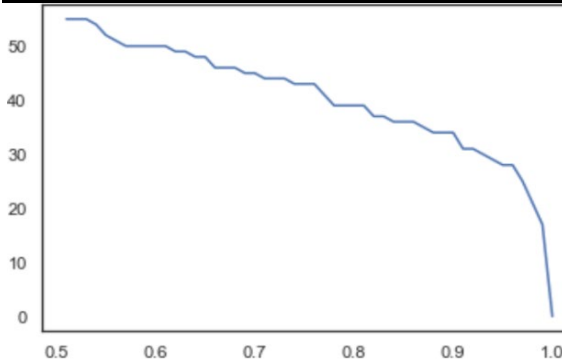
Paylaşılan veri kümesinde CICFlowMeter-V3 ile öznitelikler çıkarılmış ve Flow ID, Source IP, Source Port ve Destination IP öznitelikleri veri kümesinden atılmıştır. Ayrıca, bir saldırıda, saldırı zamanı önemsiz ve ilgisiz olduğundan, saldırı zamanının saldırı durumu veya tipi ile herhangi bir ilişkisi olmadığından Timestamp özniteliği veri kümesinden atılmıştır. Eksik bilgi içeren Flow Byts/s ve Flow Pkts/s öznitelik değerleri medyanları ile doldurulmuştur. Standart sapması 0 olan Bwd PSH Flags, Bwd URG Flags, Fwd Byts/b Avg, Fwd Pkts/b Avg, Fwd Blk Rate Avg, Bwd Byts/b Avg, Bwd Pkts/b Avg ve Bwd Blk Rate Avg öznitelikleri saldırı tespiti için gereksiz ve etkisiz olduğundan veri kümesinden atılmıştır. Ayrıca sonsuz değer içeren gözlem değerleri veri kümesinden kaldırılmıştır. Veri kümesinin %25'i (4,034,296 gözlem) test verisi olarak, kalan %75'i ise (12,102,887 gözlem) eğitim verisi olarak ayrıldıktan sonra eğitim süresini kısaltmak, eğitim kümesini daha dengeli hale getirmek ve normal trafik gözlem sayısını 500,000'e indirmek için yaklaşık 9,5 milyon normal trafik gözlemi yalnızca eğitim kümesi içinden rastgele atılmıştır. Sonuç olarak Tablo 2'de görüleceği üzere, eğitim kümesi 2,560,176 ve test kümesi 4,034,296 gözlemden oluşmaktadır. Eğitim kümesindeki normal trafik gözlem sayısının 500,000'e indirilmesinin sebebi; normal trafik gözlem sayısının veri kümesinde en çok rastlanan DDOS HOIC (514,590 gözlem) saldırısının seviyesine çekilmek istenmesidir.

Standart sapması sıfır olan öznitelikler atıldığında kalan 70 öznitelik ile yapılan eğitimlerin sürelerini azaltmak için birbirleri ile korelasyonu yüksek olan öznitelikler tespit edilmiştir. Atılacak öznitelikleri belirleyecek korelasyon eşik değerinin dirsek yöntemi (elbow method) uygulanarak 0.9-1.00 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemle ait elde edilen korelasyon eşik değeri-atılacak öznitelik sayısı grafiği Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 2'de, Şekil 1'de tespit edilen değer aralığının grafiği verilmiş olup 0.96 korelasyon eşik değeri olarak belirlenmiştir. 0.96 eşik

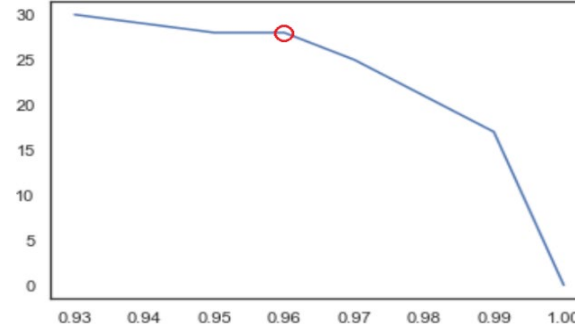
değerinde yüksek korelasyona sahip özneliklerin atıldığı veri kümesi yalnızca tek seviyeli yöntemdeki LGBM modeli için başarıyı arttırdığından sadece bu modelde uygulanmıştır.

Tablo 2. Eğitim ve Test Kümesindeki Gözlem Sayıları

Saldırı Türü	Eğitim Kümesi Gözlem Sayısı	Test Kümesi Gözlem Sayısı
Normal	500000	3347538
Bot	214555	71636
Brute Force Web	454	157
Brute Force XSS	180	50
DDOS HOIC	514590	171422
DDOS LOIC UDP	1308	422
DDoS LOIC HTTP	431871	144320
DoS GoldenEye	31042	10466
DoS Hulk	346618	115294
DoS SlowHTTPTest	104927	34963
DoS Slowloris	8264	2726
FTP BruteForce	144998	48356
Infiltration	120659	39980
SQL Injection	68	19
SSH Bruteforce	140642	46947
Toplam	2560176	4034296



Şekil 1. Korelasyon eşik değeri-atılacak öznelik sayısı grafiği



Şekil 2. Dirsek yöntemine göre belirlenen korelasyon eşik değeri

4.2. Smote

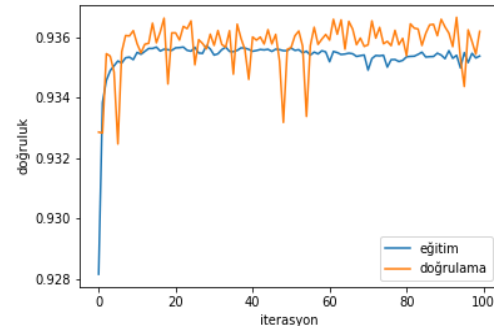
Veri kümesindeki dengesizliği aşmak için SMOTE yöntemi denenmiştir. Rastgele Orman ve LGBM yöntemlerinin SMOTE kullanılarak ve kullanılmadan elde edilmiş F-skor sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tabloda elde edilen sonuçlar ele alındığında, Rastgele Orman yöntemi için sadece Brute Force Web, Brute Force XSS saldırılarının başarı oranının sırasıyla 0.03 ve 0.06 arttığı gözlemlenmiştir, diğer saldırı tipleri için değişim gözlenmemiştir. LGBM için, Brute Force Web, Brute Force XSS, DDOS LOIC UDP, DDoS LOIC HTTP, DoS GoldenEye, DoS SlowHTTPTest ve DoS Slowloris saldırılarının başarı oranlarının sırasıyla 0.03, 0.17, 0.15, 0.01, 0.03, 0.01, 0.14 arttığı, normal trafik ve Infiltration saldırısının başarı oranlarının ise sırasıyla 0.14 ve 0.19 azaldığı görülmüştür. Bu nedenle çalışma kapsamında SMOTE yönteminin sonuçlara olan zayıf etkisi ele alındığında, saldırı tespiti için etkili bir yöntem olmadığı görülmüştür. Bu nedenle SMOTE yöntemi kullanılmamıştır.

Tablo 3. Rastgele Orman ve LGBM Algoritmaları Üzerinde SMOTE Etkisi

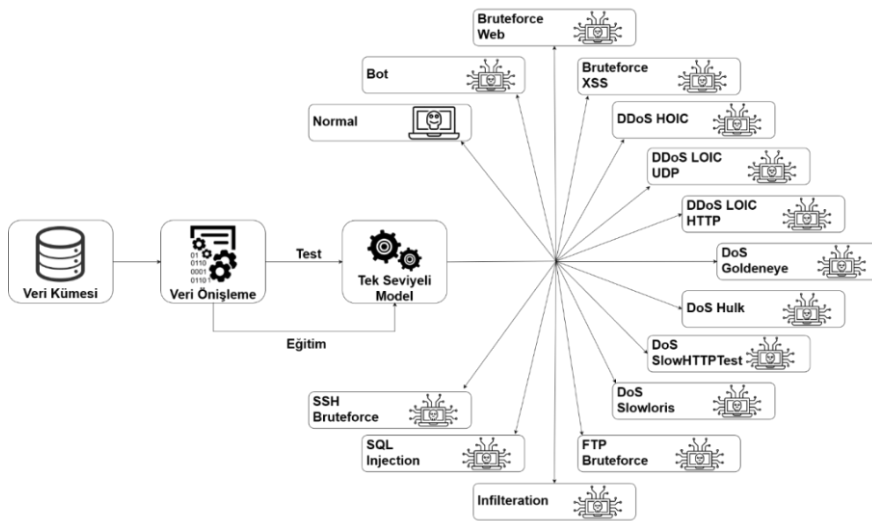
Saldırı Türü / Yöntem (F-skor)	Rastgele Orman	Rastgele Orman SMOTE	LGBM	LGBM SMOTE
Normal	0.97	0.97	0.99	0.85
Bot	1.00	1.00	1.00	1.00
Brute Force Web	0.44	0.47	0.04	0.07
Brute Force XSS	0.81	0.87	0.10	0.27
DDoS HOIC	1.00	1.00	1.00	1.00
DDoS LOIC UDP	0.91	0.91	0.73	0.88
DDoS LOIC HTTP	1.00	1.00	0.99	1.00
DoS GoldenEye	1.00	1.00	0.97	1.00
DoS Hulk	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS SlowHTTPTest	0.61	0.61	0.61	0.62
DoS Slowloris	1.00	1.00	0.82	0.96
FTP BruteForce	0.79	0.79	0.79	0.79
Infiltration	0.16	0.16	0.25	0.06
SQL Injection	0.67	0.67	0.00	0.12
SSH Bruteforce	1.00	1.00	1.00	1.00

4.3. Tek Seviyeli Yöntem (One Level Method)

Tek seviyeli yöntemde saldırı tespiti için LGBM, CNN ve Rastgele Orman algoritmaları saldırı türlerinin çoklu sınıflandırılması için ayrı ayrı denenmiştir. Yöntem mimarisi Şekil 3'te ayrıntılı verilmiştir. Veri önileme adımından sonra model eğitilerek test verileriyle test edilir. LGBM yöntemi için 'boosting_type' hiperparametresi 'dart' olarak seçilmiştir ve korelasyonu 0.96 eşik değerinden yüksek olan öznetelikler atılarak eğitim yapılmıştır. CNN yöntemi için 2 tane bir boyutlu evrişimsel katman, 2x2 filtreli havuzlama (Pooling) katmanı, düzleştirme (Flatten) katmanı, 'relu' aktivasyon fonksiyonlu ve %10 Dropout değeri olan 512 nöronlu 2 tane tam bağlantılı katman ve 15 nöronlu, aktivasyon fonksiyonu softmax olan çıkış katmanı içeren bir ağ kullanılmıştır. 100 iterasyon ile eğitilen modelin iterasyon-doğruluk oranı grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Tek seviyeli CNN için iterasyon-doğruluk grafiği



Şekil 3. Tek seviyeli yöntemin mimarisi

Rastgele Orman yönteminin hiperparametre seçimi ve optimizasyonu 3-fold Cross Validation ile GridSearch yöntemi ile yapılmıştır. Test edilen hiperparametreler aşağıda verilmiştir.

- max_features = 'sqrt', 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6
- min_samples_split = 2:5 (2,3,4,5), 6:10, 15, 17, 30, 45, 70, 100, 200
- min_samples_leaf = 1, 2, 3, 4, 8
- n_estimators = 20, 40, 80

Test edilen hiperparametreler içinden max_features için 0.4, min_samples_split için 5, min_samples_leaf için 1 ve n_estimators için 80 değerleri en iyi sonuçlar elde edildiği için seçilmiştir. Cross Validation sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Cross Validation Sonuçları

Değerlendirme Ölçütü	F-skor Macro Ortalaması
Fold-1	0.8832
Fold 2	0.8794
Fold 3	0.8840
Ortalama	0.8822

4.4. İki Seviyeli Yöntem (Two Level Method)

İki seviyeli yöntemin genel yapısı Şekil 5'te verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi, bu yöntemde model iki aşamadan oluşmaktadır. İlk seviyede veri kümesi üzerinde saldırı olup olmadığının tespiti için Rastgele Orman, LGBM ve CNN yöntemleri ayrı ayrı kullanılarak ikili sınıflandırma yapılmıştır. İkinci seviyede ise, ilk seviyede saldırı olarak tespit edilen gözlemler ikinci seviyede Rastgele Orman modeli için test verisi olarak kullanılmıştır. Eğitim için ise, Seviye 1 ikili etiketlemeden sonra eğitilirken Seviye 2 veri önışlemeden hemen sonra eğitilir. Seviye 1 ve Seviye 2 için ayrıntılı bilgiler aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir.

4.4.1. Seviye 1 (Level 1)

İlk seviyede veri kümesi, saldırı ve normal trafik olmak üzere ikili etiketlenmiştir. Etiketlenmiş veri üzerinde Rastgele Orman, LGBM ve CNN yöntemleri denenmiştir. Bu seviyenin kullanılmasındaki amaç, veri kümesinde yoğun olarak gözlenen normal trafiği filtrelemektir. CNN modelindeki ağın yapısı tek seviyeli CNN modelindeki ağın yapısı ile aynıdır. LGBM modeli için tek seviyeli modelden farklı

olarak, korelasyonu 0.96 eşik değerinin üzerinde olan öznelikler kaldırılmamıştır. Rastgele Orman modelinde max_features için 0.2, min_samples_split için 75, min_samples_leaf için 1 ve n_estimators için 80 değerleri kullanılmıştır.

Tablo 5'te uygulanan yöntemler ve başarımları verilmiştir. Tablo'da elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde F-skor değerleri birbirine yakın çıktığından, tüm modellerden elde edilen çıktılar Seviye 2'nin girdisi olarak kullanılmıştır.

Tablo 5. Seviye 1 Başarımları

Değerlendirme Ölçütü	LGBM	Rastgele Orman	CNN
F-skor	0.95	0.94	0.95
Doğruluk Oranı	0.98	0.98	0.98

4.4.2. Seviye 2 (Level 2)

Seviye 1'de saldırı olarak tespit edilen gözlemler, Seviye 2'de Rastgele Orman yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Seviye 2'deki Rastgele Orman modeli için tek seviyeli modelde kullanılan hiperparametrelerin aynısını kullanılmıştır. Seviye 1'de kullanılan modellerin tahminleri ile Rastgele Orman modeli (Seviye 2) test edilir. İki Seviyeli model için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Seviye 1 için CNN modelinin kullanılması ve sonrasında Rastgele Orman algoritması ile sınıflandırma yapılmasının (CNN + Rastgele Orman) başarımları arttırdığı görülmüştür.

Seviye 2 için eğitim yaklaşımları ele alındığında; İki Seviyeli modelde Seviye 1'de tüm veri kümesi ile eğitim yapılırken Seviye 2'deki modelin eğitimi için ise iki yaklaşım uygulanabilir. Bu yaklaşımlardan ilki, tüm veri kümesi ile eğitim, diğeri ise normal trafik içermeyen (sadece saldırıların yer aldığı) veri kümesi ile eğitimidir.

Çalışmada Seviye 2'de her iki yaklaşım da denenmiştir. Her iki yaklaşımın da avantaj ve dezavantajları vardır. Tüm veri kümesi ile eğitim yaklaşımının avantajı, Seviye 1'in, saldırı olarak yanlış nitelendirdiği (False Positive) gözlemler için, Seviye 2'de bu hatanın düzeltilme (True Negative) ihtimalidir. Dezavantajı ise Seviye 1'in saldırı olarak

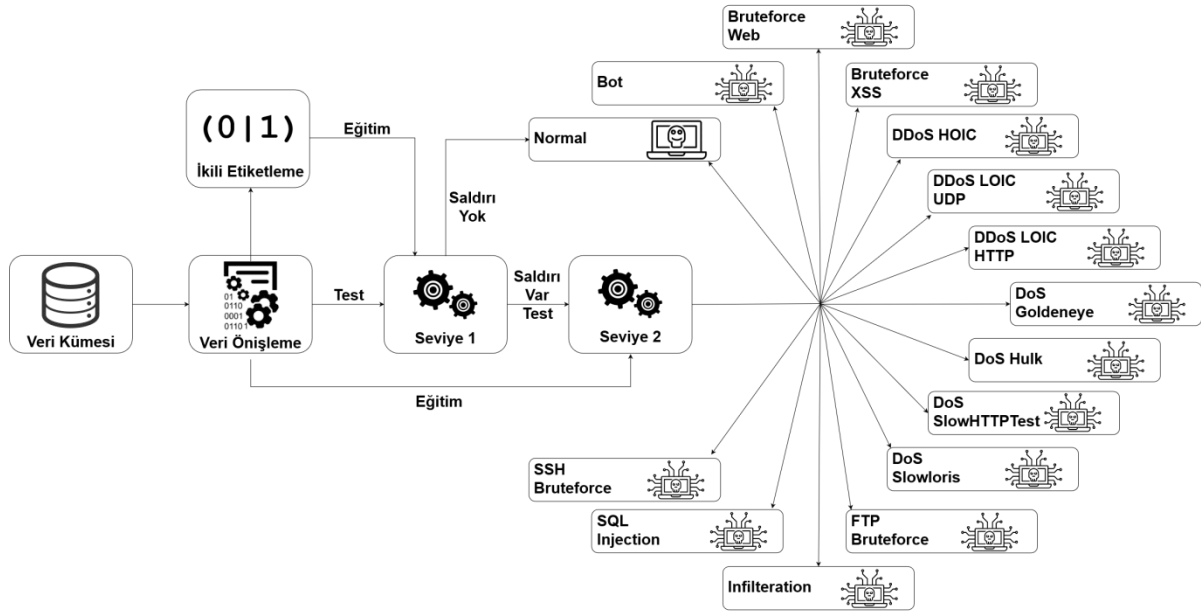
doğru nitelendirdiği (True Positive) gözlemleri normal trafik olarak yanlış nitelendirme (False Negative) ihtimalidir. Sadece saldırı kümesi ile eğitim yaklaşımının avantajı, eğitim sırasında normal trafiği görmediği için, Seviye 1'in saldırı olarak doğru nitelendirdiği (True Positive) gözlemleri normal trafik ile karıştırmamasıdır. Dezavantajı ise Seviye 1'in, saldırı olarak yanlış nitelendirdiği (False Positive) gözlemlerin düzeltilmemesidir.

İki yaklaşım arasında seçim yapmak için her bir modelin (Rastgele Orman + Rastgele Orman, LGBM + Rastgele Orman ve CNN + Rastgele Orman) Seviye 2'deki eğitimi için iki yaklaşım da denenmiştir. Çalışma kapsamında önerilen iki seviyeli hibrit model için elde edilen sonuçlar analiz edildiğinde Seviye 2'de tüm veri kümesi ile eğitim yaklaşımının kullanılmasının her üç model için de daha başarılı olduğu görülmüştür. Tablo 6'da Rastgele Orman + Rastgele Orman modeli için her iki yaklaşımın F-skor sonuçları ayrı ayrı verilmiştir. Sadece bu modelin

verilmesinin nedeni iki yaklaşım arasındaki macro F-skor farkının en yüksek olmasıdır. Tablo incelendiğinde, özellikle Brute Force XSS ve SQL Injection saldırı türleri için tüm veri kümesi ile eğitim yaklaşımının başarısı açıktır.

Eğitim verisinin tümünün kullanımı daha iyi sonuç verdiğinden önerilen hibrit model için Seviye 2'de tüm veri kümesi ile eğitim yapılmıştır.

Elde edilen deneysel sonuçların tümü analiz edildiğinde saldırı tespitinde kullanılacak hibrit modeller için (CNN + Rastgele Orman) yönteminin birinci yaklaşım ile birlikte kullanımı en yüksek başarıyı elde etmiştir. Infiltration saldırılarının tespit başarısının düşük olduğu tespit edilmiş ve ağ üzerinde normal trafik ile en çok benzerlik gösteren saldırı olduğu görülmüştür.



Şekil 5. İki Seviyeli Hibrit Yöntemin Mimarisi

Tablo 6. İki Seviyeli Yöntem İçin Eğitim Yaklaşım Seçimi Sonuçları

Saldırı Türü / Yaklaşım (F-skor)	Tüm Veri Kümesi İle Eğitim	Yalnız Saldırı Kümesi İle Eğitim
Normal	0.99	0.99
Bot	1.00	1.00
Brute Force Web	0.47	0.41
Brute Force XSS	0.91	0.47
DDOS HOIC	1.00	1.00
DDOS LOIC UDP	0.92	0.92
DDoS LOIC HTTP	1.00	1.00
DoS GoldenEye	1.00	1.00
DoS Hulk	1.00	1.00
DoS SlowHTTPTest	0.61	0.61
DoS Slowloris	1.00	1.00
FTP BruteForce	0.79	0.79
Infiltration	0.29	0.28
SQL Injection	0.81	0.14
SSH Bruteforce	1.00	1.00
Macro Ortalama	0.85	0.77
Doğruluk Oranı	0.97	0.97

Yöntemlerin performans karşılaştırmaları için F-skor, precision ve recall değerleri sırasıyla Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir. Tablo 7'de, Tek Seviyeli yöntem için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, LGBM ve CNN sınıflandırma algoritmalarının doğruluk oranı yüksek olsa da saldırı tespiti başarısının düşük olduğu görülmüştür. Normal trafiği iyi sınıflandıran bu modeller veri kümesinin normal trafik ağırlıklı (veri kümesinin %83'ü) olmasından dolayı yüksek doğruluk oranına ulaşmıştır. CSE-CIC-IDS 2018 gibi dengesiz veri kümelerinde F-skor başarıyı daha doğru bir ölçüm vermektedir. Bunun yanında modelin genel performansını vermek için en uygun ortalama yöntemi 'macro' ortalamadır. Macro ortalama, gözlem sayılarından bağımsız, ağırlıksız bir ortalama alma yöntemidir. Tüm sınıfların tespit başarısının eşit önemde olduğu durumlarda kullanılır. Tablo 8 ve 9 incelendiğinde iki seviyeli hibrit modelin genel olarak precision değerlerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Recall değerleri tek seviyeli Rastgele Orman modeli ile en iyi sonucu vermiştir. Ancak precision ve recall metrikleri tek başlarına değerlendirme için yeterli metrikler değildir. Precision, False Negative (Tip 2 hata) değerini, Recall ise False Negative (Tip 1 hata) değerini dikkate almaz. Bu yüzden Tablo 7'de değerleri verilen f-skor metriği en anlamlı ölçüm yöntemidir. Tablo 7 incelendiğinde iki seviyeli hibrit modellerin genel olarak performansı arttırdığı ve CNN + Rastgele Orman yönteminin aralarında en iyi sonucu verdiği görülmüştür. Infiltration saldırısı denenilen 6 yöntemin hiçbirinde başarı ile tespit edilememiştir.

Tablo 7. Tek Seviyeli ve İki Seviyeli Yöntemlerin F-skor Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Saldırı Türü	Tek Seviyeli Yöntem			İki Seviyeli Yöntem		
	LGBM (F-skor)	Rastgele Orman (F-skor)	CNN (F-skor)	(LGBM + Rastgele Orman) (F-skor)	(Rastgele Orman + Rastgele Orman) (F-skor)	(CNN + Rastgele Orman) (F-skor)
Normal	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99
Bot	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Brute Force Web	0.04	0.52	0.61	0.73	0.47	0.76
Brute Force XSS	0.10	0.93	0.61	0.92	0.91	0.92
DDoS HOIC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DDoS LOIC UDP	0.73	0.92	0.82	0.92	0.92	0.92
DDoS LOIC HTTP	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS GoldenEye	0.97	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
DoS Hulk	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS SlowHTTPTest	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
DoS Slowloris	0.82	1.00	0.96	0.99	1.00	1.00
FTP BruteForce	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
Infiltration	0.25	0.16	0.24	0.30	0.29	0.28
SQL Injection	0.00	0.89	0.39	0.67	0.81	0.59
SSH Bruteforce	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Macro Ortalama	0.69	0.85	0.80	0.86	0.85	0.86
Doğruluk Oranı	0.97	0.94	0.98	0.98	0.97	0.98

Tablo 8. Tek Seviyeli ve İki Seviyeli Yöntemlerin Precision Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Saldırı Türü	Tek Seviyeli Yöntem			İki Seviyeli Yöntem		
	LGBM (Precision)	Rastgele Orman (Precision)	CNN (Precision)	(LGBM + Rastgele Orman) (Precision)	(Rastgele Orman + Rastgele Orman) (Precision)	(CNN + Rastgele Orman) (Precision)
Normal	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Bot	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Brute Force Web	0.02	0.38	0.65	0.91	0.38	0.92
Brute Force XSS	0.05	0.94	0.83	0.94	1.00	0.96
DDOS HOIC	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DDOS LOIC UDP	0.57	0.88	0.70	0.90	0.89	0.89
DDoS LOIC HTTP	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS GoldenEye	0.95	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
DoS Hulk	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS SlowHTTPTest	0.77	0.77	0.75	0.77	0.77	0.77
DoS Slowloris	0.71	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00
FTP BruteForce	0.72	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72
Infiltration	0.23	0.09	0.21	0.30	0.22	0.30
SQL Injection	0.00	0.94	0.41	0.71	1.00	1.00
SSH Bruteforce	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Macro Ortalama	0.67	0.85	0.81	0.88	0.86	0.90

Tablo 9. Tek Seviyeli ve İki Seviyeli Yöntemlerin Recall Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Saldırı Türü	Tek Seviyeli Yöntem			İki Seviyeli Yöntem		
	LGBM (Recall)	Rastgele Orman (Recall)	CNN (Recall)	(LGBM + Rastgele Orman) (Recall)	(Rastgele Orman + Rastgele Orman) (Recall)	(CNN + Rastgele Orman) (Recall)
Normal	0.98	0.94	0.99	0.99	0.98	0.99
Bot	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Brute Force Web	0.50	0.86	0.57	0.61	0.64	0.65
Brute Force XSS	0.86	0.92	0.48	0.90	0.84	0.88
DDOS HOIC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DDOS LOIC UDP	1.00	0.95	0.98	0.95	0.95	0.95
DDoS LOIC HTTP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS GoldenEye	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS Hulk	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
DoS SlowHTTPTest	0.51	0.51	0.52	0.51	0.51	0.51
DoS Slowloris	0.98	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
FTP BruteForce	0.89	0.89	0.87	0.89	0.89	0.89
Infiltration	0.28	0.48	0.28	0.29	0.40	0.27
SQL Injection	0.16	0.84	0.37	0.63	0.68	0.42
SSH Bruteforce	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Macro Ortalama	0.81	0.89	0.80	0.85	0.86	0.84

4. İLERİKİ ÇALIŞMALAR (ADVANCED STUDIES)

Bu çalışmada CSE-CIC-IDS2018 veri kümesi üzerinde saldırı tespit amaçlı, tek seviyeli model kullanılarak yanlış sınıflandırma kaynaklı düşen başarımın, iki seviyeli hibrit bir model kullanılarak artırılabilmesi önerilmiştir.

Saldırı tespit amacıyla LGBM, CNN ve Rastgele Orman yöntemleri denenmiş olup, ayrıca bu yöntemlerin ikili sınıflandırmasının ardından uygulanan çok sınıflı Rastgele Orman modeli ile iki seviyeli hibrit bir model oluşturulmuştur. Elde edilen deneysel sonuçlar analiz edildiğinde Seviye 1 ve Seviye 2 için sırasıyla CNN ve Rastgele Orman yöntemlerinin birlikte kullanıldığı İki Seviyeli yöntem, 0.86 F-skor macro ortalaması ile en yüksek başarıma sahiptir.

İleriki çalışmalarda, özellikle infiltration saldırı tespitinin başarımının artırılması amaçlı, hibrit model üzerinde farklı makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemlerinin denenmesi ve eş zamanlı saldırı tespiti yapan bir modelin geliştirilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Iman Sharafaldin, Arash Habibi Lashkari, and Ali A. Ghorbani, "Toward Generating a New Intrusion Detection Dataset and Intrusion Traffic Characterization", in *ICISSP*, Prague, Czech Republic, 2018, pp. 108-116
- [2] S. Wankhede and D. Kshirsagar, "DoS Attack Detection Using Machine Learning and Neural Network," *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCCUBEA)*, Pune, India, 2018, pp. 1-5. *Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP)*, Portugal, January 2018.
- [3] D. Aksu and M. Ali Aydin, "Detecting Port Scan Attempts with Comparative Analysis of Deep Learning and Support Vector Machine Algorithms," *2018 International Congress on Big Data, Deep Learning and Fighting Cyber Terrorism (IBIGDELFT)*, Ankara, Turkey, 2018, pp. 77-80.
- [4] V. Kanimozhi and T. P. Jacob, "Artificial Intelligence based Network Intrusion Detection with Hyper-Parameter Optimization Tuning on the Realistic Cyber Dataset CSE-CIC-IDS2018 using Cloud Computing," *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, Chennai, India, 2019, pp. 33-36.
- [5] Zhou, Qianru and Dimitrios Pezaros. "Evaluation of Machine Learning Classifiers for Zero-Day Intrusion Detection - An Analysis on CIC-AWS-2018 dataset." *ArXiv* abs/1905.03685v1, 2019.
- [6] Yulianto, Arif & Sukarno, Parman & Anggis Suwastika, Novian, "Improving AdaBoost-based Intrusion Detection System (IDS) Performance on CIC IDS 2017 Dataset," *Journal of Physics: Conference Series*, 1192.
- [7] I. Ullah and Q. H. Mahmoud, "A Two-Level Hybrid Model for Anomalous Activity Detection in IoT Networks," *2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*, Las Vegas, NV, USA, 2019, pp. 1-6.
- [8] A. R. Wani, Q. P. Rana, U. Saxena and N. Pandey, "Analysis and Detection of DDoS Attacks on Cloud Computing Environment using Machine Learning Techniques," *2019 Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI)*, Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 870-875.
- [9] Yang Y, Zheng K, Wu C, Niu X, Yang Y. "Building an Effective Intrusion Detection System Using the Modified Density Peak Clustering Algorithm and Deep Belief Networks," *Applied Sciences*, 9(2):238, 2019, Doi: 10.3390/app9020238.
- [10] Yılmaz, Selim & Sen, Sevil, "Early Detection of Botnet Activities Using Grammatical Evolution," Theory and Applications of Models of Computation, pp.395-404, 2019.
- [11] McKay, Rob & Pendleton, Brian & Britt, James & Nakhavanit, Ben, "Machine Learning Algorithms on Botnet Traffic: Ensemble and Simple Algorithms," *The International Conference on Compute and Data Analysis 2019 (ICCD)*, 2019.
- [12] Ferrag, M.A.; Maglaras, L. DeliveryCoin: An IDS and Blockchain-Based Delivery Framework for Drone-Delivered Services. *Computers* 2019, 8, 58. 2019.
- [13] Lin P., Ye K., Xu CZ. (2019) Dynamic Network Anomaly Detection System by Using Deep Learning Techniques. In: Da Silva D., Wang Q., Zhang LJ. (eds) *Cloud Computing – CLOUD 2019*. CLOUD 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11513. Springer, Cham. 2019.
- [14] Francisco Sales de Lima Filho, Frederico A. F. Silveira, Agostinho de Medeiros Brito Junior, Genoveva Vargas-Solar, and Luiz F. Silveira, "Smart

Detection: An Online Approach for DoS/DDoS Attack Detection Using Machine Learning,” *Security and Communication Networks*, vol. 2019, Article ID 1574749, 15 pages, 2019.

[15] V. Kanimozhi, T. Prem Jacob. “Calibration of Various Optimized Machine Learning Classifiers in Network Intrusion Detection System on the Realistic Cyber Dataset CSE-CIC-IDS2018 Using Cloud Computing”. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 2019 Vol. 4, Issue 6, ISSN No. 2455-2143, Pages 209-213, 2019.

[16] CICFlowMeter: Network Traffic Flow Analyzer, <http://netflowmeter.ca/netflowmeter.html>, Accessed 28 July 2018.

Remzi ATAY

Remzi Atay 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başlamış ve halen öğrenimine devam etmektedir. Çalışma alanları bilgisayar ağlarında güvenlik, makine öğrenmesi, yapay zeka ve şifreleme konularını içermektedir.

Duygu Evrim ODABAŞ

Duygu Evrim Odabaş 2017 yılında Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başlamış ve halen öğrenimine devam etmektedir. Çalışma alanları makine öğrenmesi, yapay zeka, bilgisayar ağlarında güvenlik ve şifreleme konularını içermektedir.

Meltem KURT PEHLİVANOĞLU

Meltem Kurt Pehlivanoglu 2010 yılında Trakya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2013 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2018 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimini tamamlamıştır. 2012 yılından beri Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Çalışma alanları şifreleme, hafif sıklet şifreleme, bilgi güvenliği, bilgisayar ağlarında güvenlik, makine öğrenmesi, yapay zeka konularını içermektedir.

Cam elyaf takviyeli poliüretan dış yüzülü sandviç kirişlerin eğilme rijitliklerinin deneysel olarak belirlenmesi

İzzet Ufuk ÇAĞDAŞ ^{a,*}, Özerk YILDIRIM^a

^{a,*} Akdeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ANTALYA 07070, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 16.07.2019
Kabul: 27.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Kompozit,
Sandviç kiriş,
Poliüretan,
Titreşim testi,
Eğilme rijitliği

*Sorumlu Yazar:

e-posta:
izzetufuk@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada cam elyaf takviyeli poliüretan dış yüzülü ve rijit köpük çekirdekli sandviç kiriş eğilme rijitliğinin konsol kiriş titreşim testi ile belirlenmesi konusu üzerinde durulmuştur. İmal edilen sandviç kiriş numuneleri üzerinde yapılan konsol kiriş titreşim deneylerinden elde edilmiş eğilme rijitliği değerleri bir sonlu elemanlar modeli ile ve 3 nokta eğilme deneyi ile elde edilmiş olan değerler ile mukayeseli olarak sunulmuştur. Elde edilen neticeler kompozit sandviç kiriş eğilme rijitliğinin konsol kiriş titreşim deneyi ile 3 nokta yükleme deneyinden daha yüksek hassasiyetle belirlenebildiğini göstermektedir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.08>

Experimental evaluation of flexural stiffness of sandwich composite beams having glass fiber reinforced polyurethane faces

ARTICLE INFO

Received: 16.07.2019
Accepted: 27.12.2019

Keywords:

Composite,
Sandwich beam,
Polyurethane,
Vibration test,
Bending rigidity

*Corresponding

Authors

e-mail:
izzetufuk@gmail.com

ABSTRACT

This study is related to the determination of the mechanical properties of composite sandwich beams having glass fiber reinforced polyurethane outer faces and a rigid foam core. Cantilever beam vibration tests are conducted on the produced specimens and the bending rigidities obtained are presented in comparison with the results obtained using a finite element model, and 3 point bending tests. The results obtained show that the cantilever beam vibration test yields more accurate results than the 3 point bending test.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.08>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Bu çalışmada konsol kiriş titreşim ve 3 nokta eğilme testleri ile lifli kompozit yüzülü ve rijit köpük çekirdekli sandviç kirişlerin eğilme rijitlikleri belirlenmiştir.

Sandviç paneller ile ilgili kapsamlı bir çalışma Davies [1] tarafından yapılmıştır. Daniel vd. [2] rijit köpük çekirdekli sandviç kirişlerin temel göçme modları olan batma (indentation), dış yüz buruşması (wrinkling) ve çekirdek göçmesi (core failure) için mevcut analitik çözümleri deney neticeleri ile

kıyaslamışlardır. Steeves ve Fleck [3] ve Tagarielli vd. [4], kompozit kırışlar üzerinde 3 nokta eğilme deneyleri yapmışlar ve elde edilen deneysel neticelerin sayısal ve analitik neticeler ile uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada alternatif matris malzemelerine kıyasla sağlığa zararının çok az olması ve aynı zamanda el yatırma yöntemine (takviye malzemesinin kalıba yatırılması ve açık kalıp üzerine reçine uygulanması) uygun olması gibi sebeplerden dolayı matris malzemesi olarak poliüretan (PU) reçine kullanılmasına karar verilmiştir. Literatürde poliüretan (PU) malzemenin matris malzeme olarak kullanıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir kısmı PU'nun doğal lifler ile takviyesi ile ilgilidir [8]. Rozman vd. [5] imal ettikleri palmiye lifi takviyeli PU numunelerin çekme özelliklerini belirlemişlerdir. Silva vd. [6] ve El-Shekeil vd. [7] benzer şekilde doğal lifler ile takviye edilmiş PU matrisli kompozitlerde kırılma tokluğu konusunu incelemişlerdir. Seydibeyoğulları vd. [8] ise nano-lif katkının PU matrisin elastisite modülünü %3000 kadar artırdığını bildirilmişlerdir. Husić vd. [9] ve Reis vd. [9] ise cam elyaf takviyeli PU kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi konusunda çalışmışlardır. Mohamed vd. [11] cam elyaf takviyeli poliüretan dış yüzü sandviç yalıtım panelleri üzerinde eğilme deneyleri yapmışlar ve enerji tüketim hesaplamaları yapmışlardır.

Bu çalışmada, kompozit kırış eğilme rijitlikleri konsol kırış titreşim ve 3 nokta eğilme deneyleri ile belirlenmiştir. İlgili titreşim deneyleri MEMS tipi denilen dijital bir ivmeölçer kullanılarak yapılmıştır. Albarbar [12] bu tip dijital ivmeölçerlerin serbest titreşim frekansı elde etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Benzer bir ivme ölçer Varanis vd. [13], [14] ve Çağdaş ve Aliyev [15] tarafından titreşim deneylerinde kullanılmıştır. Elde edilen deney neticelerinin mukayese edilebilmesi için formülasyonu Hinton ve Owen [16] tarafından verilmiş kayma deformasyonlu bir izoparametrik kırış elemanı kullanılmış ve Çağdaş ve Aliyev [15] tarafından da kullanılmış olan bir program yazılmıştır.

Son olarak elde edilen deneysel neticeler kayma deformasyonlu kırış elemanları kullanılarak oluşturulmuş bir sonlu elemanlar modeli ile mukayeseli olarak sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

2.1. Malzeme Özellikleri (Material Properties)

Seçilen çekirdek malzemesi yoğunluğu 23.4 kg/m³ olan Wallboard marka bir rijit köpük yalıtım malzemesidir. Bu malzeme için kayma modülü değeri Çağdaş ve Aliyev [15] tarafından ASTM C393 [17] standardına göre yapılmış olan sandviç kırış 3 nokta eğilme testleri ile belirlenmiş ve $G_{12}^{XPS}=4.3$ MPa olduğu bildirilmiştir.

Takviye malzemesi olarak özellikleri Şekil 1'de gösterilen KCR-2(E) kodlu cam elyaf fitil kullanılmış ve takviye elastisite modülü $E_f=7.2 \times 10^4$ MPa ve yoğunluğu 2.54 gr/cm³ olarak alınmıştır, [18].

KCR2(E):							
KCR2(E) multi end rovning is from E-glass with,							
<ul style="list-style-type: none"> • Good unwinding, • Good chopability and uniform dispersion, • None of static electricity, • Fast wetting-out, • Low resin consumption, • Easy application on vertical surfaces properties for spray-up systems in high quality mouldings. The silane based sizing is compatible with, general purposed polyester resins, vinyl ester ve poliurethane resins. 							
Code for ordering	KCR2(E)-2400 (+Packaging Code)						
Identification	KCR2(E)-2400 (02)-13-(60) (+Packaging Code)						
Product Name	KCR2(E)						
Roving Tex Count	2400						
CE Sizing Code	02						
Filement Diameter	13						
Split Tex	60						
PRODUCT SPECIFICATION:							
Glass Type	E						
Roving Tex (g/1000m)	2400 ± 3%						
Split Tex (g/1000m)	Norm. 60						
Filement Diameter (µ)	Norm. 13						
Moisture content (%)	max. 0,1						
Sizing Content (%)	0,90 ± 0,15						
Sizing Type	Silane						
Resin Compatibility	Polyester, Vinylester, Poliurethane						
Wet-out	Very fast						
BOBBIN MEASUREMENTS AND PACKAGING:							
Inner Diameter (mm)	External Diameter (mm)	Weight (kg)	Height (mm)				
100	300	Norm. 23	260				
Packaging	Number of bobbins per pallet	Number of layers per pallet	Pallet Dimensions (cm)	Pallet Height (cm)	Pallet Net Weight (kg)	Number of ends	Number of bobbins per layer
Bulk Packaging (C)	48	4	98 x 128 (E)	125	1100	0-1-2-3-4	12

Şekil 1. KCR2(E) kodlu cam elyaf fitil için üretici şirket tarafından verilmiş bilgiler.

(Figure 1. The properties of the glass fiber roving having code KCR2(E) given by the production company)

Kullanılan Mikrokim marka poliüretan (PU) reçinenin üretici firma tarafından sunulmuş olan teknik özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Kullanılan çift bileşenli poliüretan reçine malzemesinin teknik özellikleri

(Table 1. The technical properties of the two part polyurethane resin used)

Sertlik	75-80
Bağlayıcı Madde	Poliüretan reçine
Yoğunluk	Ana malzeme 1.60 gr/cm ³ / sertleştirici 1.22 gr/cm ³
Karışım Oranı	6/1 kg ağırlıkça
Uygulama Süresi (23 °C) de	30 Dakika
Katılma Başlangıcı	25 °C /+40 °C ısısında 45. dakika
Isı dayanıklılığı	40 °C/+280 °C
Kür süresi (20 °C)	5-7 saat
Çevreye uyum	Çevreye olumsuz etkisi yok
Sağlığa uygunluk	Sağlığa zararlı değildir
UV dayanımı	UV dayanıklıdır

2.2. Numune Özellikleri (Specimen Properties)

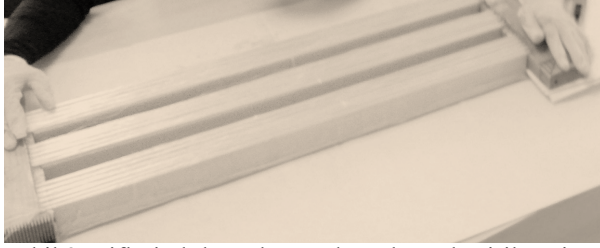
Kırış uzunluğu $L=700$ mm, kırış genişliği $b=50$ mm, ve çekirdek yüksekliği $h_c=50$ mm olarak alınmıştır. E-camı lifler Şekil 2'de gösterildiği şekilde

kılavuzlar yardımıyla rijit köpük çekirdek üzerine yerleştirilmiş ve üzerlerine PU reçine spatula ile sürülmüştür. İmal edilen numunelerin ağırlıkları ve dış yüz kalınlıkları, t_d , Çizelge 2’de sunulmuştur.

Çizelge 2. İmal edilen numunelerin özellikleri.

(Table 2. Properties of the specimens produced)

Numune	ağırlık(gr)	t_d (mm) (ortalama değer)
1	323	2.54
2	321	2.54
3	301	2.36

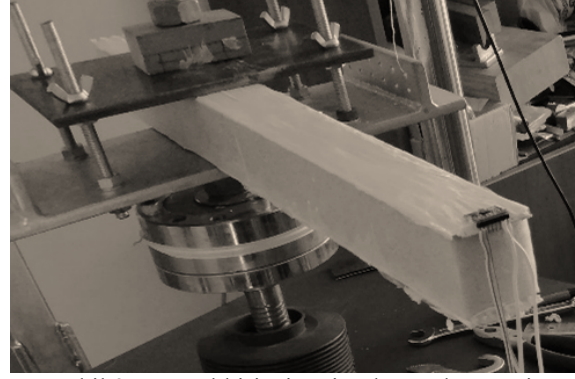


Şekil 2. Liflerin kılavuzlar yardımıyla yerleştirilmesi
(Figure 2. Placement of the rovings using guides)

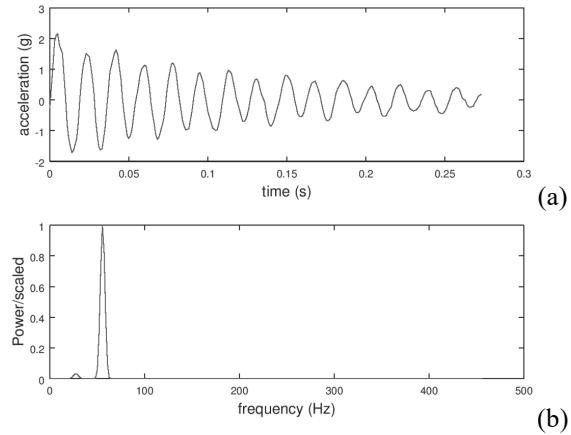
İmal edilen bütün numunelerde eşdeğer cam elyafı katman kalınlığı, t_f^* , değerlerinin eşit olması için her bir dış yüzde 5 mm aralıklı toplam 10 sıra fitil kullanılmıştır. PU katkısı ihmal edildiğinden, lif hacim oranı hesaplanmamıştır.

2.3. Titreşim deney düzeneği (The vibration test setup)

Konsol kiriş titreşim deney düzeneğinde ADXL345 marka 3 eksenli dijital bir ivmeölçer kullanılmış ve numuneler iki metal plaka arasında Şekil 3’de gösterildiği şekilde mesnetlenmiştir. Deneyler sırasında konsol kiriş, serbest ucuna metal bir çekiç ile vurularak tahrik edilmiş ve örnekleme frekansı 912 Hz olacak şekilde toplam 250 ivme-zaman verisi kaydedilmiştir. Elde edilen ham verilerin FFT analizleri Welch [19] tarafından geliştirilmiş olan Welch Yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Örnek bir FFT analiz neticesi Şekil 4’de gösterilmektedir. Şekil 3(a)’da gösterilen zaman-ivme verilerinden Şekil 3(b)’de gösterildiği şekilde temel titreşim frekansı elde edilmiştir. Bu çalışmada incelenen kirişlerden daha kısa ve/veya rijit kiriş numuneleri için örnekleme frekansının artırılması gerekebileceğini not ediniz.



Şekil 3. Konsol kiriş titreşim deney düzeneği
(Figure 3. Cantilever beam vibration test setup)



Şekil 4. Sandviç kirişin titreşim cevabı (a) zaman, ve (b) frekans tanım alanlarında
(Figure 4. The vibration behavior of the sandwich beam (a) in time and (b) in frequency domains)

FFT ile elde edilen sönümlü titreşim hali için açılmalık frekans, ω_d , değerleri kullanılarak sönümsüz titreşim hali için açılmalık frekans, ω_n , değerleri elde edilmiştir.

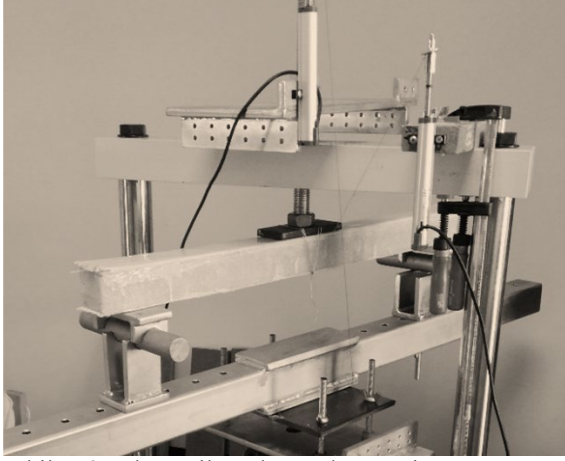
$$\omega_n = \frac{\omega_d}{\sqrt{1-\xi^2}} \quad (1)$$

Burada ξ , az sönümlü sistemlerde sönüm oranıdır ve Chopra [20] tarafından tarif edilmiş olan logaritmik azalma yöntemi ile hesaplanmıştır.

2.4. 3 nokta eğilme deney düzeneği (3 point bending test setup)

Rijit bir kiriş eğilme düzeneği, deplasman kontrollü bir basma-çekme deney cihazı (model: Rantek-100) içine Şekil 5’te gösterildiği şekilde yerleştirilmiştir. 100 kN kapasiteli bir yük hücresi (model: Puls Elektronik HT1-W) ve 0.01 mm hassasiyetli bir potansiyometrik cetvel (model: Opkon-100) veri toplama sistemine (model: TESTART-Testbox 1001)

bağlanmış ve numuneler ASTM C393 standardı göz önünde bulundurularak 3.6 mm/dk hızla yüklenmiştir. Ayrıca, batma hasarını engellemek için kiriş ortasına 100 mm boyunda çelik bir plaka yerleştirilmiştir.



Şekil 5. 3 nokta eğilme deney düzeneği
(Figure 5. 3 point bending test setup)

2.5. Sonlu Elemanlar Modeli (The Finite Element Model)

Sandviç kiriş titreşim analizleri Çağdaş ve Aliyev [15] tarafından metal yüzlü sandviç kirişler için geliştirilmiş olan toplam 6 adet 3 düğümlü, 1. mertebeden kayma deformasyonlu izoparametrik kiriş elemanı kullanılarak oluşturulmuş bir sonlu elemanlar modeli ile yapılmıştır. İvmeölçer ve bunu kiriş ucuna yapıştırmakta kullanılan yapıştırıcı ağırlığı yaklaşık 2 gr olarak ölçülmüş ve modelde kiriş serbest ucuna konsantr kütle olarak ilave edilerek göz önünde bulundurulmuştur. Aynı model sınır şartları değiştirilerek 3 nokta yükleme deneyini modellemeye de kullanılmış ve kiriş orta noktasında 100 mm genişlikte düzgün yayılı yük etki ettiği varsayımı yapılmıştır.

Sayısal modelde aksenal rijitlik AE, eğilme rijitliği EI, ve kayma rijitliği GA şöyle hesaplanmıştır;

$$\begin{aligned} EA &\approx 2bt_f^* E_f, \\ EI &\approx \frac{E_c bt_f^*}{6} \left[3h_c^2 + (6h_{c+4}) (t_f^*)^2 \right], \\ GA &\approx bh_c G_{12}^{XPS}. \end{aligned} \quad (2)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

İmal edilen kompozit sandviç kiriş numuneler üzerinde konsol kiriş titreşim ve 3 nokta eğilme deneyleri yapılmıştır.

3.1. Konsol Kiriş Titreşim Deneyleri (Cantilever Beam Vibration Tests)

Numuneler deney düzeneğine $L=500$ mm uzunluğunda konsol olacak şekilde mesnetlenmiş ve uçlarına ADXL345 marka bir ivmeölçer yerleştirilerek serbest titreşim frekansları elde edilmiştir. Her bir numune için 3 deney yapılmış ve ölçülen frekans değerleri sonlu elemanlar modeli ile elde edilmiş sayısal neticeler ile beraber Çizelge 3’de sunulmuştur. Çizelge 3’de ‘SE’ alt indisi sonlu eleman modeli ile elde edilmiş neticelerini göstermektedir ve bağıl standart sapmaları en düşük olan ilk 3 deney neticesinin ortalaması alınmıştır. Sönümsüz titreşim frekansını değerleri, $\omega_{n,deneysel}$, Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Fark şöyle hesaplanmıştır;

$$|Fark| = \left| \frac{\omega_{n,SE} - \omega_{n,deneysel}}{\omega_{n,SE}} \right| \times 100 \quad (3)$$

Çizelge 3’den görülebileceği üzere, sonlu elemanlar modeli ile titreşim deneyi neticeleri uyumludur ve en büyük fark %4’ün altındadır.

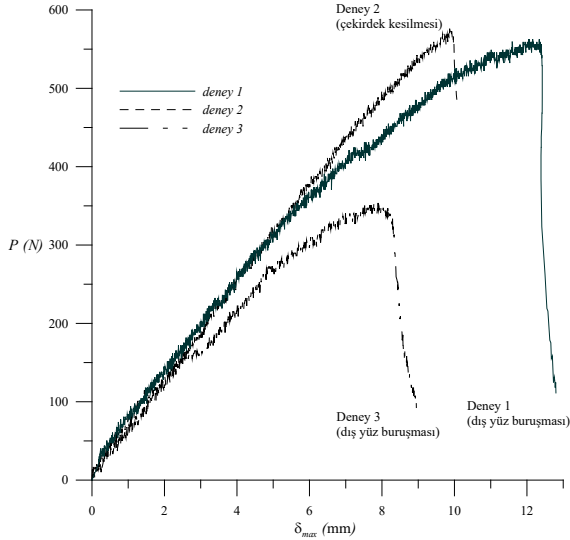
Çizelge 3. $L=500$ mm uzunluktaki sandviç kompozit kiriş numuneleri için elde edilmiş deneysel ve sayısal neticeler.

Table 3. The numerical and experimental results sandwich composite beam specimens with $L=500$ mm)

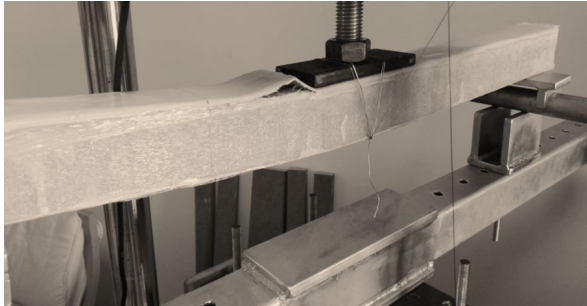
Num	$\omega_{d,deneysel}$ (Hz)	Bağıl std.sap (%)	Sönü m oranı ζ (%)	$\omega_{n,deneysel}$ (Hz)	$\omega_{n,SE}$ (Hz)	Fark (%)
1	58.60 8	0.000	4.908	58.68 1	59.43 4	1.28 3
2	58.15 0	0.793	4.080	58.20 1	59.61 4	2.42 8
3	59.24 0	0.000	5.156	59.32 0	61.51 4	3.69 9

3.2. 3 Nokta yükleme deneyleri (3 point bending tests)

Numuneler Şekil 5’te gösterilen deney düzeneğine mesnet orta noktaları arası mesafe 600 mm olacak şekilde yerleştirilmiş ve kiriş ortasındaki 100 mm genişlikteki çelik plaka vasıtasıyla yüklenmişlerdir. Elde edilen yük-deplasman eğrileri Şekil 6’da gösterilmektedir. Çizelge 4’ten görülebileceği üzere, eğilme rijitliğindeki en büyük fark %12 civarındadır. Eğilme rijitlikleri yük-deplasman eğrisinin doğrusal kısmının eğiminden elde edilmiştir ve hata oranı sonlu elemanlar modeli kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. 3 nokta eğilme deneyleri için yük-deplasman eğrileri.
(Figure 6. Load-displacement curves for the 3 point bending tests)

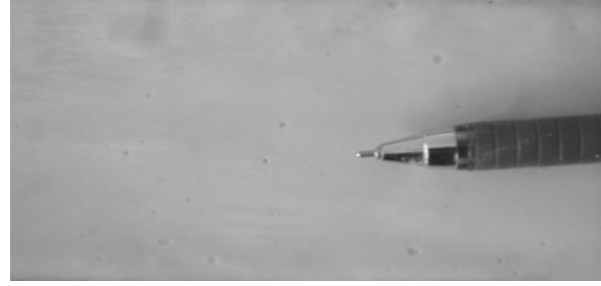


Şekil 7. Dış yüz buruşması sebebiyle göçmüş numune. (Figure 7. Specimen failure due to due to wrinkling)

Çizelge 4. Kompozit sandviç kirişler için 3 nokta eğilme deney sonuçları, $L=600$ mm.
(Table 4. 3 point bending test results for composite sandwich beams with $L=600$ mm.)

Numune	Göçme sebebi	$N_{f,deney}$ (N)	Eğilme rijitliği için fark (%)
1	Dış yüz buruşması	562.566	4.577
2	Çekirdek kesilmesi	572.672	11.417
3*	Dış yüz buruşması	353.709	-9.580

Numunelerin göçme yükleri ve eğilme rijitliklerinde sayısal modelden sapmalar Çizelge 4’de sunulmuştur. Buna göre, çekirdek kesilmesi ile göçen 2. numune dışındaki numuneler beklenildiği üzere dış yüz buruşmasına bağlı olarak göçmüşlerdir; bkz. Şekil 7. PU matris malzemesi ile ilgili temel problemin PU’nun küre alması sırasında açığa çıkan CO₂ gazına bağlı olarak gözenekli bir yapı oluşması olduğu düşünülmektedir; bkz. Şekil 8. Bu durum göz önünde bulundurularak, ileride yapılacak çalışmalarda PU reçine karışımı yapılmadan önce ve döküm öncesinde vakum uygulanması planlanmaktadır.



Şekil 8. Poliüretan matriste oluşan boşlukları gösteren fotoğraf.
(Figure 8. Photograph showing the voids in the polyurethane matrix)

4. SONUÇLAR (RESULTS)

Bu çalışma neticesinde aşağıda maddeler halinde özetlenmiş neticeler elde edilmiştir.

- i. Sonlu elemanlar modeli ile titreşim deneyi neticeleri arasında, özellikle $L=550$ mm için %4’den az bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen deney neticeleri, tahribatsız bir yöntem olan konsol kiriş titreşim deneyinin kompozit sandviç kiriş eğilme rijitliğini belirlemek amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir.
- ii. Sayısal model ile 3 nokta eğilme deneyinden elde edilmiş olan orta nokta deplasmanları arasındaki farkın %10 civarında bir değer almış olması rijitliği sağlayan esas kompozit bileşeni olan cam elyafının tasarlandığı şekilde rijitliğe katkıda bulunduğu göstermektedir. 1 ve 2 numaralı numuneler beklenenden sırasıyla yaklaşık %5 ve %11 daha yüksek eğilme rijitliği göstermiştir. 3 numaralı numunenin ise, dış yüz ve çekirdek köpükteki kusurlardan dolayı, beklenenden yaklaşık % 10 kadar düşük eğilme rijitliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin numunelerdeki kusurlar olduğu düşünülmektedir.
- iii. Elde edilen bu neticeler ışığında, poliüretan reçinesinin yüksek rijitlik gerektiren uygulamalarda alternatif bir matris malzemesi olarak tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ancak, PU reçinesinin gözenekli yapısı sebebiyle yüksek dayanım gerektiren uygulamalar için uygun olamayacağını not ediniz.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma Akdeniz Üniv. BAP Birimi tarafından 2013.06.0102.030 ve FYL-2016-1424 no’lu proje destekleri ile desteklenmiştir. Yazarlar BAP Birimi çalışanlarına, Pakmetal A.Ş.’den Sn. Harun TAYLAN Bey’e ve uluslararası değişim programı öğrencileri Noka Hamdani, Ryan, ve Wahyu’ya yardım ve destekleri için teşekkür ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] J.M. Davies. *Lightweight Sandwich Construction*. İngiltere: Blackwell Science, 2001.
- [2] I.M. Daniel et al. "Failure modes of composite sandwich beams," *International journal of damage mechanics*, vol. 11.4 (2002): 309-334.
- [3] C.A. Steeves, N.A. Fleck, "Collapse mechanisms of sandwich beams with composite faces and a foam core, loaded in three-point bending. Part II: experimental investigation and numerical modelling," *International Journal of Mechanical Sciences*, vol. 46, pp. 585-608, 2004.
- [4] V.L. Tagarielli, N.A. Fleck, V.S. Deshpande, "Collapse of clamped and simply supported composite sandwich beams in three-point bending," *Composites: Part B*, Vol. 35(6-8), pp. 523-53, 2005.
- [5] H.D. Rozman, G.S. Tay, A. Abubakar, R.N. Kumar, "Tensile properties of oil palm empty fruit bunch-polyurethane composites," *European Polymer Journal*, vol. 37: pp. 1759-1765, 2001.
- [6] R.V. Silva et al. "Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites," *Composites science and technology*, vol. 66(10), pp. 1328-1335, 2006.
- [7] Y.A. El-Shekeil et al., "Influence of fiber content on the mechanical and thermal properties of Kenaf fiber reinforced thermoplastic polyurethane composites," *Materials & Design*, vol. 40, pp. 299-303, 2012.
- [8] M.Ö. Seydibeyoğlu, K. Oksman, "Novel nanocomposites based on polyurethane and micro fibrillated cellulose," *Composites Science and Technology*, vol. 68(3-4)pp. 908-914, 2008.
- [9] S. Husić, I. Javni, and Z.S. Petrović, "Thermal and mechanical properties of glass reinforced soy-based polyurethane composites," *Composites Science and Technology*, vol. 65(1), pp. 19-25, 2005.
- [10] J.M.L. Reis, F. L. Chaves, and H. S. da Costa Mattos. "Tensile behaviour of glass fibre reinforced polyurethane at different strain rates," *Materials & Design*, vol. 49, pp. 192-196, 2013.
- [11] M. Mohamed, R. Hussein, A. Abutunis, Z. Huo, K. Chandrashekhara, L.H. Sneed. "Manufacturing and evaluation of polyurethane composite structural insulated panels," *Journal of Sandwich Structures & Materials*, vol. 18(6), pp. 769-789, 2016.
- [12] A. Albarbar, A. Badri, J.K. Sinha, and A. Starr, "Performance evaluation of MEMS accelerometers," *Measurement*, vol.42(5), pp. 790-795, 2009.
- [13] M. Varanis, A.L. Silva, P.H.A. Brunetto, and R.F. Gregolin, "Instrumentation for mechanical vibrations analysis in the time domain and frequency domain using the Arduino platform," *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 38(1),pp.1301/1-10, 2016.
- [14] M. Varanis, A.L. Silva, and A.G. Mereles, "On mechanical vibration analysis of a multi degree of freedom system based on arduino and MEMS accelerometers," *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol.40(1), 2018.
- [15] İ.U. Çağdaş, R. Aliyev, "Metal yüzü sandviç konsol kirişlerde numune uzunluğunun ölçülen temel titreşim frekansına etkisi", Hakem değerlendirmesinde, 2019.
- [16] E. Hinton, D.P. Owen, *Finite element programming*, London: Academic Press, 1977.
- [17] ASTM International. *ASTM C 393/C393M-06 - Standard test method for core shear properties of sandwich constructions by beam flexure*, West Conshohocken, PA, 2006.
- [18] ASTM International, *ASTM D2343-17 - Standard Test Method for Tensile Properties of Glass Fiber Strands, Yarns, and Rovings Used in Reinforced Plastics*, West Conshohocken, PA, 2017.
- [19] P. Welch, "The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms," *IEEE Transactions on audio and electroacoustics*, vol. 15(2), pp. 70-73, 1967.
- [20] A.K. Chopra, *Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering*. Prentice Hall, 1995.

İzzet Ufuk ÇAĞDAŞ

Lisans ve yüksek lisans eğitimini Gazi Üniv.Müh.Fak.İnş.Müh ve doktorasını Güney Afrika Cumhuriyetinde bulunan UKZN Makine Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. Halen Akdeniz Üniv. Müh.Fak.İnş.Müh. Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Yapısal stabilite, sonlu elemanlar yöntemi, ve kompozit malzemelerin mekaniği konularında çalışmalarını sürdürmektedir.

Özerk YILDIRIM

Lisans ve yüksek lisans eğitimini Akdeniz Üniv.Müh.Fak.İnş.Müh.Bölümünde tamamlamıştır. Halen Antalya İMO da çalışmaktadır.

Sokak Aydınlatması Dönüşümü Fayda Maliyet Analizi Üzerine Bir Mühendislik Ekonomisi Çalışması

Emre YILMAZ^{*,a}, Orhan ERDEN^a, Nuri Yunus KOCADAĞ^b

^{a,*} Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, ANKARA 06500, TÜRKİYE

^{b,*} Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Enerji Bölümü, BİNGÖL 12000, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 05.12.2019
Kabul: 27.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Sokak aydınlatması,
Yol aydınlatması,
LED aydınlatma,
LED armatür,
LED sokak armatürü

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
emre.yilmaz@aydinlat
ma.org

ÖZET

Aydınlatma teknolojileri geliştikçe daha verimli aydınlatma aygıtları geliştirilmiştir. Mevcut durumda kullanılan geleneksel aydınlatma sistemlerinin yeni teknolojilerle değiştirilmesiyle enerji tasarrufu sağlanacağı açıktır. Bu kapsamda ülkemizde sokak aydınlatmalarında uzun yıllar boyunca kullanılan geleneksel aydınlatma armatürlerinin LED aydınlatma armatürleriyle dönüşümü planlanmaktadır. LED aydınlatma sistemleri, geleneksel aydınlatmalara göre daha verimli ve daha uzun ömürlüdür. Bu sayede ciddi bir tasarruf sağlayacağı söylenebilir. LED teknolojisi gün geçtikçe ucuzlansa da milyonlarca sokak lambasının LED dönüşümü için hala büyük bir harcama yapılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında ülkemizde yapılması planlanan sokak aydınlatması dönüşümünün 5 yıllık fayda maliyet analizi gerçekleştirilmiştir.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.09>

An Engineering Economy Study on Cost-Benefit Analysis of Street Lighting Transformation

ARTICLE INFO

Received: 05.12.2019
Accepted: 27.12.2019

Keywords:

Street lighting,
Road lighting,
LED lighting,
LED luminaire,
LED street light

***Corresponding**

Authors

e-mail:
emre.yilmaz@aydinlat
ma.org

ABSTRACT

As lighting technologies have evolved, more efficient lighting devices have been developed. It is clear that energy saving can be achieved by replacing the currently used traditional lighting systems with new technologies. It is planned to transform traditional lighting fixtures used in street lighting for many years with LED lighting fixtures in our country. LED lighting systems are more efficient and last longer than traditional lighting. In this way, it can be said that it will provide significant savings. Even though LED technology is getting cheaper every day, there is still a huge expense for the LED conversion of millions of street lamps. Within the scope of this study, a 5-year cost-benefit analysis of the street lighting transformation planned to be performed in our country was performed.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.09>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanoğlu, aydınlatma ihtiyacını binlerce yıldır farkı yollarla karşılamaktadır. Güneş ışığı, ateş, mum ve akkor filaman lambalar gibi ışığın doğal yolla elde edilmesinin sonrasında floresan ve LED teknolojisine geçiş yapılmıştır. Yeni gelen her teknoloji bir önceki teknolojiyle kıyaslandığında pek çok avantaja sahiptir. Her yeni teknolojide öne çıkan ve bu teknolojilerin kolayca benimsenmesini sağlayan özellik ise ışık verimidir. Diğer bir deyişle, ışık kaynaklarının birim ışığı üretmek için harcadığı enerji miktarı yeni teknolojiler yardımıyla gün geçtikçe azalmaktadır.

Işık verimi, bir aydınlatma elemanının elektrik gücünü ışığa ne kadar verimle dönüştürdüğünü belirtir. Işık akısının güce oranı, watt başına lümen cinsinden ifade edilir ve lm/W şeklinde sembolize edilir. Işık verimi (ışık etkinliği), belirli bir miktar güç ile elde edilen aydınlatma gücünü ifade eder. Bir ışık kaynağı, bir watt güç harcayarak kaç lümen ışık çıktısı sunuyorsa bu ışık verimidir.

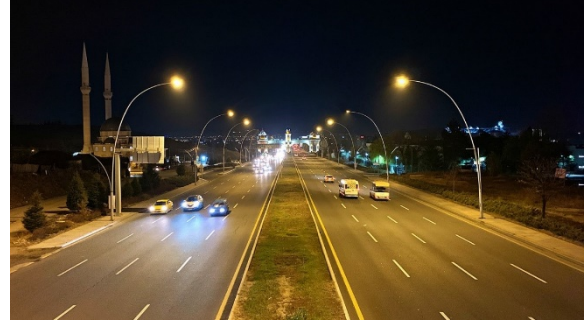
Dünyadaki gidişat diğer teknolojilerde olduğu gibi aydınlatma armatürlerinde de daha verimli, daha uzun ömürlü, bakım gerektirmeyen, zararlı maddeler içermeyen, gelişen ve değişen teknolojiye uyumlu ve yönetilebilir LED aydınlatma sistemlerine doğru gitmektedir [1].

Günümüzde, tüm dünyada iç ve dış mekân aydınlatmalarında LED teknolojisine dönüşüm süreci yaşanmaktadır. Bu dönüşümün ivmelenmesinde teknolojik gelişmelere bağlı iki ana etken bulunmaktadır. Birincisi, ışık veriminin güç geçtikçe artması, ikincisi ise ürün fiyatlarının düşmesidir.

LED dönüşümünün uygulandığı alanlardan bir tanesi de sokak aydınlatmaları ya da diğer bir deyişle yol aydınlatmalarıdır. Dünyanın dört bir yanında hükümetler, belediyeler ve elektrik şirketleri enerji tüketimini ve buna bağlı giderlerini azaltmak için sokak aydınlatmalarında LED teknolojisine geçiş yapmaktadır.

Ülkemizde sokak aydınlatmalarındaki LED dönüşümü 2018 yılında açıklanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na dahil edilmiştir. Bu plan dahilinde Türkiye'deki 7,5 milyon sokak lambasının yüzde 30'unun (2,25 milyon sokak lambası) 2023 yılına kadar değiştirilmesi planlanmaktadır [2].

Sokak aydınlatmaları dönüşümüne ilişkin iki farklı görüş bulunmaktadır. Birincisi, sokak aydınlatmalarında mevcut durumda kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı (YBSB) lambaların hala çok verimli ve uzun ömürlü olduğu bu sebeple dönüşümün mantıklı bir yatırım olmadığı yönündedir. Diğer bir görüş ise LED aydınlatma teknolojilerinin daha yüksek verim ve daha uzun ömür sunarak kendini kısa sürede amorti edeceği şeklindedir.



Resim 1. Ankara'da bir yol aydınlatma uygulaması (*A road lighting application in Ankara*)

Sokak aydınlatmalarında yapılacak yenileme bir kamu yatırımdır ve kamu yatırımları halkın faydası için yapılmalıdır. Bu çalışmada sokak aydınlatmalarında yapılması planlanan LED dönüşümünün fayda maliyet analizi gerçekleştirilerek yapılan yatırımın sağlanacak fayda ile karşılaştırması yapılacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE RESEARCH)

Hem iç hem de dış aydınlatmada enerji tasarrufunun en etkin yolu ihtiyaç duyulmayan ışık kaynaklarının kapatılmasıdır. 1980'lerde Japonya'da yolların aydınlatma kontrolü konsepti oluşturulmuştur. Fakat teknik imkanların yetersizliğinden dolayı gerçekleştirilememiştir. LED teknolojisi bu konseptin geliştirilmesini ve uygulanmasını sağlamıştır [3].

Yol güvenliği için yapılan ergonomik araştırmalar, daha fazla güvenlik ve konforlu yol aydınlatma seçenekleri önemli hale gelmiştir [4].

YBSB lambalar 1968'den beri yol aydınlatmalarında kullanılmıştır. Yol aydınlatmalarında YBSB yerine güncel aydınlatma verimliliğine sahip LED'ler kullanıldığında ne kadar enerji tasarrufu elde edileceğiyle ilgili 2009 yılında Çin'de yapılan bir çalışma ile günün şartlarına göre böyle bir değişimin çok gerekli olmadığı sonucuna

ulaşmıştır. Bu çalışmada YBSB ve LED lambaların verimlilikleri karşılaştırılmıştır. Yol aydınlatmalarında kullanılan YBSB lambaların armatür verimliliği 70.1 lm/W ve LED lambaların 72.9 lm/W olarak belirlenmiştir. Yakın gelecekte LED'lerin ilk maliyet, kullanım ömrü, sıcaklık ve aydınlatma verimliliklerinde yapılacak geliştirmelerle en tasarruflu ışık kaynağı olacağı belirtilmiştir [5].

LED armatürlerde ışık doğrudan aşağı yönlendirilebilirken YBSB armatürleri içerisinde yansımalarından dolayı kayıplar olmakta ve ışık verimsiz kullanılmaktadır. Çoğu insan ay ışığına benzediği için dış mekân aydınlatma uygulamalarında beyaz ışığı tercih ettiği görülmüştür. YBSB lambaların ışıkları sarımsı yani düşük renk sıcaklığına sahipken LED lambalar yüksek renk sıcaklıklarında daha verimli bir şekilde çalışabildiği belirlenmiştir [6][7].

ABD'de bazı bölgelerde yapılan HID-LED dönüşümlerinin maliyet, ürün ömrüyle ilgili bazı örnekler verilmiştir. 2012'de Minnesota'da HID lambaların 21.000 saat, LED lambaların 78.000 saat çalışma ömürleri baz alınarak yılda 3.550 saat çalışmaya karşılık 8-12 yıl aralığında LED'e yapılan yatırımın geri ödeneceği hesaplanmıştır. 2013'te Phoenix'te 95.000 HID armatürün LED'e dönüşümüyle ilgili yapılan çalışmada 1 milyon \$ yatırımın 9 yıllık basit geri ödeme süresi ve 10 yıl ve üzeri süre zarfında ise 5 milyon \$ yıllık getiri sağlayacağı hesaplanmıştır. 2016 yılında Charlotte Country'de 2145 noktada yapılacak YBSB-LED dönüşümünün maliyet analizinde 20 yıllık süre boyunca maliyetlerin yakın olduğu ancak düşen LED maliyetleriyle LED dönüşümünün daha ekonomik bir seçenek olacağı sonucuna varılmıştır [8].

Körfez Arap Ülkeleri İşbirliği Konseyi (KİK)'nin ulaşım yollarında kullanılan günlük çalışma süresi 11 saat olarak belirlenen, 1131 adet güç tüketimi 400W ve kullanım ömrü 18.000 saat olan YBSB aydınlatma armatürlerinin yerine yine aynı sayıda güç tüketimi 100W ve kullanım ömrü 80.000 saat olan LED armatürleri kullanıldığında 2015-2016 yılları arasındaki fiyat tekliflerine göre 20 yıllık maliyet analizi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda yapılan dönüşümün şirkete ve doğaya yararları hesaba katılarak yıllık ortalama tasarrufun YBSB-LED dönüşümüyle oluşan toplam güç tüketimine oranı 433,36\$/kW ve şirketin 20 yıl sonunda yaptığı tasarruf \$4.492.317.72 olarak bulunmuştur [9].

Yunanistan'ın kuzeyinde 670 km'lik bir mesafeyi kapsayan Egnatia Odos bölgesinde, sokak

aydınlatmalarında kullanılan YBSB aydınlatma armatürlerinin, LED aydınlatmaya dönüşümüyle birlikte elde edilen enerji tasarrufu ve LED teknolojisinin gelişmesinin daha yakından incelenmesi amacıyla 2017 ve 2019 yıllarında kullanılan LED armatürlerle adaptif ve normal çalışma koşullarında karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda 2019 yılında LED teknolojisindeki gelişmelerle 2017 yılına göre adaptif ve normal kullanıma bağlı olarak enerji tasarrufunda %13,57-%27,93 aralığında verim artışı sağlanmıştır [10].

3. YOL AYDINLATMA SINIFLARI (ROAD LIGHTING CLASSES)

Yol aydınlatmalarının, aydınlatma sınıflarının belirlendiği EN 13201-1, performans özelliklerini içeren EN 13201-2, performans hesaplamalarını içeren EN 13201-3 ve aydınlatma performansını ölçme metodlarını içeren EN 13201-4 standart özelliklerini sağlaması gerekmektedir.

Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE tarafından yayınlanan CIE 115:2010 teknik raporunda güç tüketiminin önemi, aydınlatma armatürlerinin parlaklık performansının geliştirilmesi, trafikte karşılaşma bölgelerinde parlaklık seviyesinin değişimi, teknoloji gelişiminin önemi gibi konulara değinilmiştir. Bu rapora göre yol aydınlatması sınıflandırması yapılırken motorlu araçlar M sınıfı, trafikte karşılaşma bölgeleri C sınıfı ve yayalar ile düşük hızlı trafik bölgeleri P sınıfı olarak kategorize edilmiştir. CIE 115:2010'a göre M yol aydınlatması sınıfının seçimi için aşağıdaki Tablo 1'de verilen parametreler kullanılmıştır.

Tablo 1. Yol aydınlatma sınıfı seçim parametreleri (Road lighting class selection parameters) [11]

Parametre	Seçenek	Ağırlık Değeri (Vw)
Hız	Çok Yüksek	1
	Yüksek	0.5
	Orta	0
Trafik yoğunluğu	Çok Yüksek	1
	Yüksek	0.5
	Orta	0
	Düşük	-0.5
Trafik dağılımı	Çok Düşük	-1
	Yüksek oranda motorlu araç olmayan trafikle karışık	2
	Karışık	1
	Sadece motorlu araç	0
Yolda refüj ayırımı var mı?	Hayır	1
	Evet	0
Kavşak yoğunluğu	Yüksek	1
	Orta	0
Park etmiş araç var mı?	Var	0.5
	Yok	0
Çevre aydınlatması	Yüksek	1
	Orta	0
	Düşük	-1
Görsel kılavuz/Trafik kontrolü	Zayıf	0.5
	Orta veya İyi	0

Tablo 1’de verilen parametrelere göre ağırlık değerleri toplanır ve Denklem 1 kullanılır. Eğer değer tam sayı değilse bir aşağıdaki sayıya yuvarlanarak Tablo 2’de belirtilen M aydınlatma sınıfı belirlenir.

$$Mx = 6 - Vx \quad (1)$$

Tablo 2. Değişik yol aydınlatma sınıflarında sağlanması gereken yol aydınlatması kriterleri (Road Lighting criteria for different road lighting classes) [12]

Aydınlatma sınıfı	$L_{ort} \geq$	$U_o \geq$	$U_i \geq$	TI (%) \leq	SR \geq
M1	2.0	0.4	0.7	10	0.5
M2	1.5	0.4	0.7	10	0.5
M3	1.0	0.4	0.5	10	0.5
M4	0.75	0.4	0.5	15	0.5
M5	0.5	0.35	0.4	15	0.5
M6	0.3	0.35	0.4	15	-

Tablo 2’de yer alan kısaltmalar aşağıda açıklanmıştır;

L_o : Yolun ortalama parlıltısı (cd/m^2)

U_o : Ortalama parlıltı düzgünlük değeri ($U_o=L_{min}/L_{ort}$)

U_i : Boyuna parlıltı düzgünlük değeri ($U_i=L_{min}/L_{maks}$)

TI : Bağıl eşik artışı ($TI=\{\Delta L_K-\Delta L_c\}/\Delta L_c$)

SR: Çevreleme oranı (Yolun enine sınırları göz önüne alınarak yolun dışındaki aydınlık düzeyinin yolun içindeki aydınlık düzeyine oranıdır.)

Tablo 3. Yolların aydınlatma sınıflarının belirlenmesi (Determination of lighting classes of roads) [12]

Yolun tanımı	Ayd. Sınıfı
Şehir bağlantı ve çevre yolları (tek veya iki yönlü, kavşaklar ve bağlantı noktaları ile şehir geçişleri dahil) - Hız ≥ 90 km/h ; - Hız < 90 km/h ;	M1 M2
Şehir içi ana güzergahlar (bulvarlar ve caddeler ; ring yolları ; dağıtıcı yollar) - $50 \text{ km/h} \leq \text{Hız} < 90 \text{ km/h}$; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı var ; - $50 \text{ km/h} \leq \text{Hız} < 90 \text{ km/h}$; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı yok ; - Hız < 50 km/h ;	M1 M2 M3
Şehir içi yollar (yerleşim alanlarına giriş çıkışın yapıldığı ana yollar ve bağlantı yolları) - Hız ≥ 50 km/h ; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı var ; - Hız ≥ 50 km/h ; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı yok ; - Hız < 50 km/h ; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı var ; - Hız < 50 km/h ; 3 km^2 den kısa aralıklarla kavşak, yonca ayırımı yok ;	M3 M4 M4 M5
Yerleşim (ikametgah) bölgelerindeki yollar - $30 \leq \text{Hız} < 50$ km/h ; suç oranı yüksek ; - $30 \leq \text{Hız} < 50$ km/h ; suç oranı normal ; - Hız < 30 km/h ; suç oranı yüksek ; - Hız < 30 km/h ; suç oranı normal ;	M4 M5 M5 M6

Tablo 3’te Türkiye şehir içi yol tanımları ve bu tanımlara uygun aydınlatma sınıfları verilmiştir.

IEC 60598-1 standardına göre M ve C sınıfı yollara ait armatürler IP65 veya daha yüksek korumaya, P sınıfı yollara ait armatürler ise IP55 veya daha yüksek korumaya sahip olmalıdır.

EN 13201-2'ye göre yol aydınlatması parlaklığına göre yol yüzeyinin kuru olduğu durumlar için altı sınıftan oluşan "ME" ve yol yüzeyinin nemli veya ıslak olduğu durumlarda "MEW" olarak sınıflandırılmıştır. ME6 yaya yolu, bisiklet yolu veya emniyet şeridi gibi anayolun bitişiğindeki bir şeridin asgari parlaklığını kontrol eder.

ME sınıfları bölgelerde parlaklık 0.3-2 cd/m² aralığında değişmektedir. Aydınlik düzeylerine göre "CE", "S" ve "A", "ES", "EV" olarak sınıflandırılmaktadır.

CE sınıfları alışveriş alanları gibi karmaşık kavşaklarda, trafik araç kuyruklarının fazla olduğu yerlerde ayrıca yayalar ve bisikletliler ile de ilgilidir. Yoldaki gereksinimlere göre 7.5-50 lux aralığında yatay düzlem aydınlatmalarıyla sınıflandırılmıştır.

S ve A sınıfları yaya yolları, bisiklet yolları, emniyet şeritleri gibi alanlara ilişkindir. S sınıfları 2-15 lux yatay düzlem aydınlığını belirtirken, A sınıfları 1-5 lux yarı küresel aydınlık düzeyini belirtmektedir.

ES sınıfı, suç ihtimalinin normalden fazla olduğu yollarda nesnelere ve insanların görünmesi için gerekli ek sınıflardandır. Yarı silindirik aydınlık düzeyi sınıfları 0.5-10 lux aralığındadır.

EV sınıfı, yol üzerinde gişe gibi geçiş bölgelerinde, kavşak alanlarında görülmesi gereken dikey yüzeyler için gerekli ek sınıftır. Dikey düzlemsel aydınlık düzeyi sınıfları 0.5-50 lux aralığındadır.

Tablo 4. Aydınlatma sınıflarının karşılaştırılması (Comparison of lighting classes) [13]

ME		CE		S	
Sınıflar	Parlaklık(cd/m ²)	Sınıflar	Aydınlık(lx)	Sınıflar	Aydınlık(lx)
-	-	CE0	50	-	-
ME1	2.0	CE1	30	-	-
ME2	1.5	CE2	20	-	-
ME3	1.0	CE3	15	S1	15
ME4	0.75	CE4	10	S2	10
ME5	0.5	CE5	7.5	S3	7.5
ME6	0.3	-	-	S4	5.0
-	-	-	-	S5	3.0
-	-	-	-	S6	2.0

Tablo 4'te farklı aydınlatma sınıflarının parametrelerine göre karşılaştırılması verilmiştir.

4. AYDINLATMA ARMATÜRLERİ (LIGHTING FIXTURES)

Ülkemizde sokak aydınlatmaları için mevcut durumda içerisinde yüksek basınçlı sodyum buharlı (YBSB) lambalar bulunan geleneksel aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar yüksek ışık verimine sahip olsa da lamba bir aydınlatma aygıtı içerisinde dahil edildiğinde ışık verimine etki eden bazı kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi balast kaybı olarak bilinen lambayı çalıştırmak için kullanılan ateşleyici içerisinde harcanan enerjidir. Bir diğeri ise armatür gövdesi içerisindeki yansıtıcı yüzeylerde oluşan ışık kaybıdır.

Örneğin; 150W güçte çalışan yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba 15.000 lümen ışık ürettiğinde bu 100 lm/W ışık verimi anlamına gelir ancak harici ateşleyici güç tüketimini artırır ve ışığın bir kısmı lambanın içerisine yerleştirildiği armatür içerisinde kaybolur. Bu da armatür geneli düşünüldüğünde ışık veriminin daha düşük olmasına sebep olur.



Resim 2. Yüksek basınçlı sodyum buharlı geleneksel aydınlatma armatürü (*High pressure sodium vapor lighting fixture*)

LED aydınlatma armatürlerinde ise, ışık kaynağı ve LED sürücü armatür gövdesi içerisine gömülüdür. LED teknolojisiyle donatılmış aydınlatma armatürlerinde ışık çıktısı sistem olarak ölçülür ve kayıplar bu ölçüme dahil edilmiştir.



Resim 3. LED sokak aydınlatma armatürü (*LED street lighting fixture*)

Sokak aydınlatmalarında kullanılan farklı üreticilere ait yüksek basınçlı sodyum buharlı aydınlatma armatürleri ve LED aydınlatma armatürlerinin güç tüketimleri, ışık çıktısı, etkinlik faktörü ve ekonomik ömrü Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Farklı üreticilere ait aydınlatma armatürlerinin performans değerleri (*Performance values of lighting fixtures from different manufacturers*)

Işık Kaynağı	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Etkinlik Faktörü (lm/W)	Ekonomik Ömrü (Saat)
YBSB 1	168	10505	63	20.000
YBSB 2	175	12530	72	
YBSB 3	169	11824	66	
LED 1	100	13000	130	50.000
LED 2	100	12300	123	
LED 3	100	12100	121	

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere farklı üreticilere ait 100W güç tüketimine sahip LED armatürler, 168-175W güç tüketimine sahip YBSB aydınlatma armatürleri ile benzer ışık çıktısı sunmaktadır. Bu durum birebir değişim senaryosunda

aynı aydınlatma koşullarının sağlanması için 68-75W daha az enerji harcanacağı anlamına gelmektedir.

LED aydınlatma armatürlerinin bir diğer avantajı da daha uzun ekonomik ömre sahip olmasıdır. Işık kaynaklarında ışık akısı, kullanımdan kaynaklı yüzde 30 azaldığında ekonomik ömrünü tamamladığı kabul edilir. YBSB lambalarda bu süre 20.000 saat iken LED ışık kaynaklarında 50.000 saat ve üzerinde değerler elde edilebilmektedir.

LED aydınlatma dönüşümünde enerji tasarrufu sağlanır. Buna ek olarak LED'ler daha uzun ömürlü olduğundan lamba ve onarım maliyetlerinde de tasarruf sağlanır. Bunlar LED aydınlatma dönüşümünün başlıca faydalarıdır. Çalışmanın sonraki kısmında sokak aydınlatmalarında LED dönüşümünün fayda maliyet analizi gerçekleştirilecektir.

5. FAYDA MALİYET ANALİZİ (*COST BENEFIT ANALYSIS*)

Çalışmanın bu kısmında, Türkiye'de 2023 yılına kadar gerçekleştirilmesi planlanan 2.25 milyon sokak lambasının LED ile dönüşümünün 5 yıl için fayda maliyet analizi gerçekleştirilecektir.

Fayda maliyet analiz için yatırımdan elde edilecek fayda ve tasarruflar ile projenin gerçekleştirilmesi için yapılacak yatırım ayrı ayrı nakit akış diyagramlarında gösterilmelidir.

Yapılacak analiz sonrasında fayda maliyet oranı 1'den küçükse projenin yapımı reddedilir. Fayda maliyet oranı 1'den büyükse yatırımın gerçekleştirilmesi uygun olduğu sonucuna varılır.

Mevcut sokak aydınlatmalarının LED aydınlatma dönüşümünde toplam maliyet ürün bedeli ve montaj maliyetinin toplamından oluşur. Farklı üreticilere ait 5 yıl garanti ile sunulan 100W güç tüketimine sahip LED sokak armatürlerinin fiyatları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 6. Farklı üreticilere ait LED sokak armatürü fiyatları (*LED street light prices from different manufacturers*)

Ürün Adı	Ürün Fiyatı (₺)
100W LED Sokak Armatürü 1	490
100W LED Sokak Armatürü 2	545
100W LED Sokak Armatürü 3	520

Hesaplamalarda yukarıdaki tabloda gösterilen farklı üreticilere ait aydınlatma armatürlerinin ortalama maliyeti olan 518 TL baz alınacaktır. Montaj maliyeti ise armatür başına 30 TL olarak hesaplanacaktır.

İşletme giderleri ise aydınlatma elemanından kaynaklı enerji tüketimi, lamba arızalarından kaynaklı lamba bedeli ve onarım maliyetinden oluşur.

Tablo 7. YBSB ve LED aydınlatma armatürlerinin güç tüketimi karşılaştırması (*Power consumption comparison of MIS and LED lighting fixtures*)

YBSB'li Armatür Güç Tüketimi (W)	Eşdeğer LED Armatür Güç Tüketimi (W)	Güç Tasarrufu Miktarı (W)	Tasarruf Yüzdesi
168	100	68	%40,48
175	100	75	%42,86
169	100	69	%40,83

Çalışmaya konu 3 farklı üreticiye ait YBSB lambalı aydınlatma armatürlerinin eşdeğeri LED aydınlatma armatürleri ile güç tüketimi karşılaştırması Tablo 7'de verilmiştir. Işık kaynağı olarak LED teknolojilerinden yararlanan LED armatürler aynı miktarda ışığı üretmek için geleneksel armatürler olan YBSB'li armatürlere göre yüzde 40-42 oranında daha az enerji harcamaktadır.

TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) tarafından yayınlanan "Aydınlatma Mobil Takip Uygulaması" ile sokak lambalarının arızaları takip edilebilmektedir. TEDAŞ'ın verilerine göre 2019'un ilk 6 ayında 166 bin lamba onarılmıştır [14]. Bu da her yıl en az 332 bin lamba ve onarım maliyetinin ortaya çıktığını göstermektedir.

Türkiye'de yaklaşık 7,5 milyon sokak lambası olduğu bilinmektedir. 6 ay içerisinde 166 bin lamba onarıldığı için yıllık hata oranı yüzde 4,43 olarak hesaplanabilir. 2.25 milyon sokak lambasının LED dönüşümünün fayda maliyeti hesaplanması istendiğinden bu armatürlerde her yıl yüzde 4,43 oranla ortaya çıkan lamba bedeli ve onarım maliyeti sağlanacak fayda bölümünde yer almalıdır.

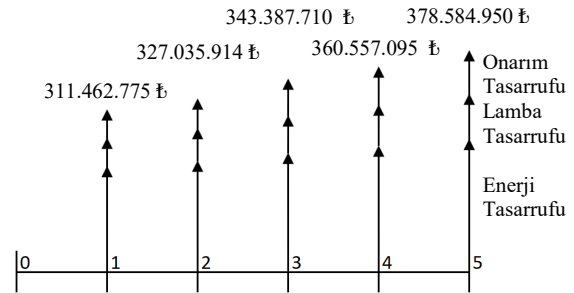
Mevcut durumda kullanılan 168W-175W güç tüketimine sahip sodyum buharlı armatürler yerine 100W LED armatürler kullanıldığında yaklaşık olarak yüzde 40 diğer bir deyişle 70 W daha az güç harcanacaktır. Bu da 2,25 milyon sokak armatürü için toplamda 157,5 MWh az enerji harcanması demektir. Ayda 30 gün ve günlük ortama 10 saat kullanımda ortaya çıkacak yıllık tasarruf miktarı Tablo 8'de gösterilmiştir.

Sodyum buharlı armatürlerde lamba bedeli yaklaşık olarak 23 TL'dir. İşçilik ve arıza bölgesine ulaşımı kapsayan onarım maliyeti ise yaklaşık olarak 30 TL'dir. Bu maliyetler toplam armatür sayısı ve hata oranıyla çarpılarak Tablo 8'deki veriler elde edilmiştir.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)'nin 2020 ve 2021 yılları için enflasyon hedefi yüzde 5'tir. Enflasyon hedefleri 3'er yıllık dönemler halinde belirtildiğinden 2022, 2023 yılları için bir değerlendirme henüz yapılmamıştır. Bu sebeple dördüncü ve beşinci yıllar için de enflasyon oranı yüzde 5 olarak hesaplanacaktır.

Tablo 8. Enerji tüketimi, lamba bedeli ve onarım maliyetinden kaynaklı tasarruf miktarı (*Savings from energy consumption, lamp costs and repair costs*)

Fayda	Tasarruf Miktarı (₺)				
	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	5.Yıl
Enerji Tüketimi	306.180.000	321.489.000	337.563.450	354.441.623	372.163.704
Lamba Bedeli	2.292.525	2.407.151	2.527.509	2.653.884	2.786.578
Onarım Maliyeti	2.990.250	3.139.763	3.296.751	3.461.588	3.634.668
Toplam	311.462.775	327.035.914	343.387.710	360.557.095	378.584.950



Şekil 1. Faydanın nakit akış diyagramı (*Cash flow diagram of benefit*)

Sokak aydınlatmalarında yapılacak LED dönüşümünde ortaya çıkacak maliyet ürün bedeli, montaj maliyeti ve onarım maliyetidir. LED'ler uzun ömürlü ışık kaynaklarıdır, herhangi bir bakım ya da onarıma ihtiyaç duymaz. Üreticiler de LED sokak armatürleri için 5 yıl garanti sunabilir. Ancak LED sokak armatürleri kullanıldıkları sürece bazı arızalar ortaya çıkabilir.

Kanada Ulaştırma Daimi Komitesi tarafından yayınlanan raporda 2014 yılında başlatılan 43.000 sokak armatürünün LED dönüşümüyle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Raporda, LED sokak armatürlerinin yıllık hata oranının yüzde 1 ile yüzde 2 arasında olduğu belirtilmiştir. Arızaların çoğunun LED ışık kaynağı yerine bu kaynağı besleyen elektronik kontrol modülünden (sürücü) kaynaklandığı tespit edilmiştir [15].

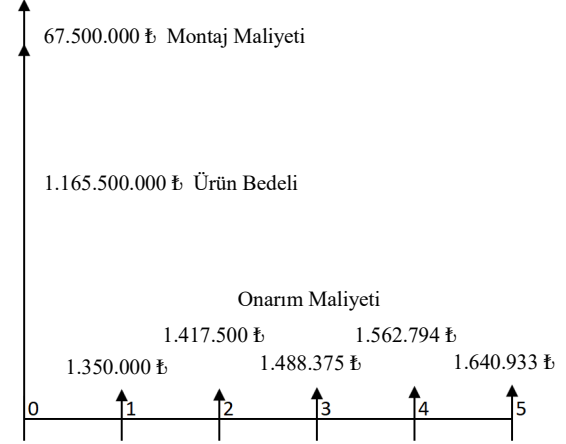
Arıza durumunda yeni sürücü devresi veya ürün değişimi için yeni ürün üretici tarafından garanti kapsamında sağlanacaktır. Ancak yine de mevcut sokak armatürünün veya armatür içerisindeki sürücünün değişimi için bir onarım maliyeti ortaya çıkacaktır. Yıllık yüzde 2 hata oranına göre ortaya çıkacak bu maliyet de maliyet tablosu ve akış diyagramına eklenmelidir.

Tablo 9. Ürün bedeli ve montaj maliyeti (Product cost and installation cost)

Maliyet	Toplam Maliyeti (₺)
Ürün Bedeli	1.165.500.000
Montaj Maliyeti	67.500.000

Tablo 10. Arızalardan kaynaklı ortaya çıkacak yıllık onarım maliyeti (Annual repair costs due to malfunctions)

Maliyet	Toplam Maliyeti (₺)				
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl
Onarım Maliyeti	1.350.000	1.417.500	1.488.375	1.562.794	1.640.933



Şekil 2. Maliyetin nakit akış diyagramı (Cash flow diagram of cost)

$$\text{Maliyet} = \text{Ürün Bedeli} + \text{Montaj Maliyeti} + \text{Onarım Maliyeti} = 1.165.500.000 \text{ ₺} + 67.500.000 \text{ ₺} + 5 \times 1.350.000 = 1.239.750.000 \text{ ₺}$$

Fayda hesaplamasında sağlanan faydalar yatırımın yapıldığı yıla indirgenmiştir. Bu sebeple toplam fayda yıllık enflasyon etkisinde arındırılmış 5 yıllık toplamdır.

$$\text{Fayda} = 311.462.775 \text{ ₺} \times 5 = 1.557.313.875 \text{ ₺}$$

$$\text{Fayda/Maliyet} = 1.557.313.875 / 1.239.750.000 = 1,26 > 1 \text{ olduğu için projenin yatırımı uygundur.}$$

6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS)

LED teknolojisi ile geliştirilmiş sokak armatürleri yüksek ışık çıktısı ve uzun ömür beklentisiyle uzun yıllardır sokak aydınlatmaları için kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlere göre iyi bir alternatiftir. Geçmişte yapılan çalışmalar böyle bir dönüşümü gereksiz bulsa da günümüzde artık LED teknolojisi daha verimli ve daha kararlı bir aydınlatma çesidi haline gelmiştir.

En güncel LED aydınlatma çözümlerinin mevcut durumda kullanılan geleneksel aydınlatmalarla karşılaştırıldığı bu çalışmada; fayda maliyet analizi yapılarak sonucun 1'den büyük olduğu yani 5 yıl içerisinde sağlanacak faydanın bugünkü değerinin maliyetin bugünkü değerinden daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, ülkemizde gerçekleştirilmesi planlanan sokak aydınlatması dönüşümü için yapımı uygundur sonucuna varılabilir.

LED sokak armatürlerinin sağladığı fayda yalnızca enerji tüketimi, lamba bedeli ve onarım maliyeti ile sınırlı değildir. LED'ler yönlü ışık kaynakları olduğundan ışık kirliliğinin de azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

LED'ler uzun ömürlü (50.000, 60.000 ya da 90.000 saat) olsa da bir sistem içerisine dahil edildiklerinde giriş gerilimi, sürüş akımı, sıcaklık gibi etkenlerle ömürlerinde düşüş görülebilir. Üreticiler de ürünlerin kullanım ömrü ve garanti süresini belirlerken bu gibi etkenleri göz önüne almaktadır. Sokak aydınlatması dönüşümünde üretici firmalardan daha uzun garanti süreleri (8, 10, 12 yıl) talep edilebilir. Bu sayede sağlanacak fayda ve fayda maliyet oranı da artırılmış olacaktır.

Diğer bir taraftan LED sokak armatürlerinin kullanım sürelerini uzatmak için endüstri genelinde bir standardizasyon çalışması yapılabilir. LED modülleri ve elektronik kontrol tertibatı (LED sürücü) için standart bir arayüz (LED dizilerinin dağılımı, elektriksel özellikleri, ölçüleri, vida delikleri vb.) oluşturulursa aydınlatma armatürlerinin içerisinde kullanılan bileşenlerin tam değişebilirliği sağlanabilir. Bu sayede bir üretici tarafından sağlanan armatür içerisindeki LED modül veya LED sürücü arızalandığında başka bir üretici tarafından sağlanan parçalar ile onarımı yapılabilir. Bu yöntemle LED'leri dış etkenlerden koruyan ve çalışması için gerekli koşulları sağlayan armatür gövdesi uzun yıllar boyunca kullanılabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] E. Yılmaz, İ. Şahin, N. Y. Kocadağ. "LED Işık Kaynaklı, Enerji Tasarruflu ve Yüksek Verimli Ofis Aydınlatma Armatürü Tasarımı" *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 2019, 5(2), 138-150.
- [2] M. Öztoprak, "LED Aydınlatma Dönüşümü Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na Girdi," *aydinlatma.org*, Mar. 30, 2018. [Online]. Available: <http://www.aydinlatma.org/led-aydinlatma-donusumu-ulusal-enerji-verimliliği-eylem-planina-girdi.html>. [Accessed: Dec. 7, 2019].
- [3] K. Yamada, T. Honda, "ROad - VEhicle Lighting Integration. A Study of the Phase I Roveli System," *The 3rd International Conference on Vehicle Navigation & Information Systems*, 2-4 Sept. 1992, Oslo [Online]. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org>. [Accessed: 15 Nov. 2019].
- [4] S. Zalewski, "Concurrent Lighting System on Roads in Practice," *Lighting Conference of the Visegrad Countries (Lumen V4)*, 13-16 Sept. 2016, Karpacz [Online]. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org>. [Accessed: 15 Nov. 2019].
- [5] F. Li, D. Chen, X. Song, Y. Chen, "LEDs: a Promising Energy-Saving Light Source for Road Lighting," *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference*, 27-31 Mar. 2009, Wuhan [Online]. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org>. [Accessed: 17 Nov. 2019].
- [6] M. Oxley, "HIDing Light in the Landscape," *outdoorilluminating.com*, Mar. 2005. [Online]. Available: <http://outdoorilluminating.com/PDF/HIDingLightArticle.pdf>. [Accessed: 10 Nov. 2019].
- [7] Burlington Department of Planning & Zoning, "Design Review Guide: Outdoor Lighting," *burlingtonvt.gov*, 1999. [Online]. Available: <https://www.burlingtonvt.gov/sites/default/files/PZ/Design-Guides/DG-Lighting.pdf>. [Accessed: 10 Nov. 2019].
- [8] J. A. Puigarnau, "EU green public procurement criteria for road lighting and traffic signals," *data.consilium.europa.eu*, Dec. 21, 2018. [Online]. Available: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15852-2018-INIT/en/pdf>. [Accessed: Oct.28 , 2019].
- [9] Muhammad M. A. S. Mahmoud, "Typical Economic Model for Calculating the Saving Norm of Replacement HPS Street Lighting by LED Fixtures in Access Road of Gas Production Company at GCC," *5th International Conference on Electrical and Electronic Engineering (ICEEE)*, 3-5 May 2018, Istanbul [Online]. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org>. [Accessed: 25 Nov. 2019].
- [10] E. Anthopoulou, L. Doulos, "The effect of the continuous energy efficient upgrading of LED street lighting technology: The case study of Egnatia Odos" *Second Balkan Junior Conference on Lighting (Balkan Light Junior)*, 19-21 Sept. 2019, Plovdiv [Online]. Available: IEEE Xplore, <https://ieeexplore.ieee.org>. [Accessed: 1 Dec. 2019].
- [11] Commission Internationale de l'Eclairage "CIE 115-2010: Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic," *cie.co.at*, 2010. [Online]. Available: <http://www.cie.co.at/publications/lighting-roads-motor-and-pedestrian-traffic>. [Accessed: Nov. 8, 2019].

[12] "Yol Aydınlatma Armatürleri Teknik Şartnamesi TEDAŞ- MYD/95-009.B," *tedas.gov.tr*, 2008. [Online]. Available: http://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/tedas_arg e/docs/sartnameler/tedas_arge/TEDA%C5%9E-MYD-95-009.B-10.05.2018.pdf. [Accessed: Nov. 12, 2019].

[13] Türk Standardları Enstitüsü "TS EN 13201-2 Standardı, Yol aydınlatması bölüm 2: Performans özellikleri", 2016.

[14] N. Karanfil, "6 ayda 166 bin lamba onarıldı," *hurriyet.com.tr*, Sept. 5, 2019. [Online]. Available: <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/6-ayda-166-bin-lamba-onarildi-41321793>. [Accessed: Dec. 2, 2019].

[15] B. Anguish, "Issues with New LED Streetlights," *halifax.ca*, Feb. 25, 2019. [Online]. Available: <https://www.halifax.ca/sites/default/files/documents/city-hall/regional-council/190326rci01.pdf>. [Accessed: Dec. 5, 2019].

Emre YILMAZ

Emre Yılmaz, 1990 yılında Trabzon'da dünyaya gelmiştir. Atılım Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümü Lisans mezunudur. Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümünde Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır, aynı bölümde Doktora yapmaktadır. Aydınlatma sektöründe devlet destekli projelerin yönetimi ve ürün geliştirme faaliyetlerinde görev almaktadır. Asya Trafik A.Ş. firmasında proje yöneticisi olarak çalışmaktadır. Türkiye'de aydınlatma sektörünün lider medya organizasyonu ve en büyük topluluğu olan Aydınlatma Portalı'nın kurucusudur. Aydınlatma Uygulamaları ve Aydınlatma Sözlüğü kitaplarının yazarıdır.

Orhan ERDEN

1969 yılında Ankara'da doğdu. Gazi Üniversitesi Endüstriyel San. Eğitim Fakültesi Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü'nden 1991 yılında mezun oldu. 1996 yılında yüksek lisansını, 2001 yılında doktorasını. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında tamamladı. 1991-1996 yılları arasında öğretmenlik görevinde bulundu. Gazi Üniversitesi Endüstriyel San. Eğitim Fakültesi Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü'nde 1996-2001 yılları arasında araştırma görevliliği yaptı, 2001-2009 yılında aynı bölümde Öğretim görevlisi olarak çalıştı. 2009-2017 yılları arasında Yardımcı Doçent Doktor görevinde bulundu. 2017 yılından itibaren Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak görevine devam etmektedir. Yurtiçi ve yurtdışında yayınlanmış çok sayıda yayını ve 2 kitabı bulunan Orhan ERDEN, evli ve 3 çocuk babasıdır.

Nuri Yunus KOCADAĞ

Nuri Yunus Kocadağ, 1991'de Ankara'da doğmuştur. Kırıkkale Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümü 2013 yılı Lisans ve 2017 yılı Yüksek Lisans mezunudur. Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Elektrik ve Enerji bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.

Operasyonel Ofis Mobilyası Tasarımının RULA Yöntemi ile Ergonomik Analizi ve Yeniden Tasarımı

Neslihan TOP^{*,a}

^{a,*} Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, ANKARA 06500, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 18.10.2019
Kabul: 29.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Ofis mobilyası,
Ergonomik analiz,
RULA,
Dijital insan
modelleme

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
neslihantop@gazi.edu.
tr

ÖZET

Ofis mobilyası tasarımında, çalışanların duruş pozisyonları sebebiyle kas ve iskelet sistemi üzerinde meydana gelebilecek riskler göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun süre masa başında çalışan ve aynı duruş pozisyonunda oturmak durumunda kalan bireylerde mesleki rahatsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu rahatsızlıkların önceden tespiti ve düzenlenmesi için ergonomik analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Ofiste çalışan bireylerin vücut ve boy ölçülerine uygun olarak yeniden tasarım işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında tasarlanan operasyonel ofis mobilyası grubu ile çalışanların ihtiyaçları tek bir alanda giderilmeye çalışılmıştır. Tasarımda var olan dinlenme ve toplanma alanları ile çalışanlar gün içerisinde mekan değişikliği yaparak farklı alanlarda çalışma imkanına sahip olabileceklerdir. Ayrıca çalışma alanı, bireylerin maksimum iletişim halinde kalabileceği şekilde düzenlenerek çalışma süresince sosyalleşme olanağı artırılmıştır. Bu çalışmada, çalışanların ihtiyaçlarına cevap vermesi amacıyla minimum alanda maksimum fonksiyon prensibi ile geliştirilen modüler ofis mobilyası sisteminin ergonomik değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Rhinoceros programında üç boyutlu (3B) modelleme işlemi tamamlanan operasyonel ofis mobilyası tasarımı, CATIA programının RULA (Rapid Upper Limb Assessment) aracı kullanılarak ortalama antropometrik verilere sahip bir insana göre ergonomik açıdan analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tasarım üzerinde gerekli değişiklikler sağlanmıştır.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.10>

Ergonomic Analysis and Redesign of Operational Office Furniture Design by RULA Method

ARTICLE INFO

Received: 18.10.2019
Accepted: 29.12.2019

Keywords:

Office furniture,
Ergonomic analysis,
RULA,
Digital Human
Modelling

***Corresponding**

Authors

e-mail:
neslihantop@gazi.edu.
tr

ABSTRACT

In office furniture design, the risks that may occur on the musculoskeletal system due to the posture positions of the employees should be taken into consideration. Occupational diseases may occur in individuals who work at a desk for a long time and have to sit in the same posture position. Ergonomic analysis methods are used to detect and regulate these disorders. Re-design process is carried out in accordance with body and height measurements of individuals working in the office. With the operational office furniture group designed within the scope of this study, the needs of the employees were tried to be met in a single area. With the resting and gathering areas in the design, employees will have the opportunity to work in different areas by changing the space during the day. In addition, the study area was arranged in such a way that individuals could stay in maximum communication and the opportunity to socialize during the study was increased. In this study, ergonomic evaluation of modular office furniture system which was developed with the principle of maximum function in minimum area was realized in order to meet the needs of employees. In the Rhinoceros program, three-dimensional (3D) modeling of operational office furniture design has been completed and analyzed by using CATIA RULA (Rapid Upper Limb Assessment) tool in terms of anthropometric data for an average human. According to the results, necessary changes were made on the design.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.10>

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ergonomik bir işyeri ya da ürün geliştirme sürecinde, o alanı veya ürünü kullanacak olan bireylerin kapasite ve özelliklerine uygun bir tasarım oluşturulmalıdır. Geliştirilen ürün, işlevsel, kullanıcı odaklı, ekonomik ve estetik kaygıları taşıdığı takdirde ergonomik olarak nitelendirilebilmektedir. Kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak geliştirilen bir tasarım, kullanıcıların antropometrik verilerine uygun ve işlevini yerine getirebilir olmalıdır [1].

Antropometri, bireylerin vücut boy ve özelliklerinin sayısal olarak ifade edilmesidir. Antropometri ile birlikte bireylerin yaşadıkları bölge ve milliyetlerine göre morfolojik özellikleri incelenerek elde edilen veriler doğrultusunda tasarımlar geliştirilmektedir. İnsanlar yaşadıkları çevre ve kalıtsal özellikleri doğrultusunda şekillenmektedir. Aynı kalıtsal özelliklere sahip olup farklı bölgede yaşayan insanların bile farklı antropometrik verilere sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple, ürün geliştirme sürecinde o bölgede yaşayan insanların kendine has antropometrik verileri dikkate alınmalıdır [2-5].

Tek bir kullanıcı için işyeri veya ürün tasarımının mümkün olduğu durumlarda kişiye özel tasarımlar geliştirilerek yüksek maliyetler elde edilmektedir. Ünlü tasarımcıların markalaşmış tasarımları ya da astronotlar için hazırlanan iş istasyonları bu duruma örnek olarak gösterilebilmektedir. Birçok engelli bireyin fiziksel özelliklerindeki önemli değişim sebebiyle de özel tasarımlara gerek duyulmaktadır. Bu durumlar dışındaki bütün tasarım süreçlerinde, o bölgede bulunan popülasyona uygun ürünler oluşturulmalıdır [6].

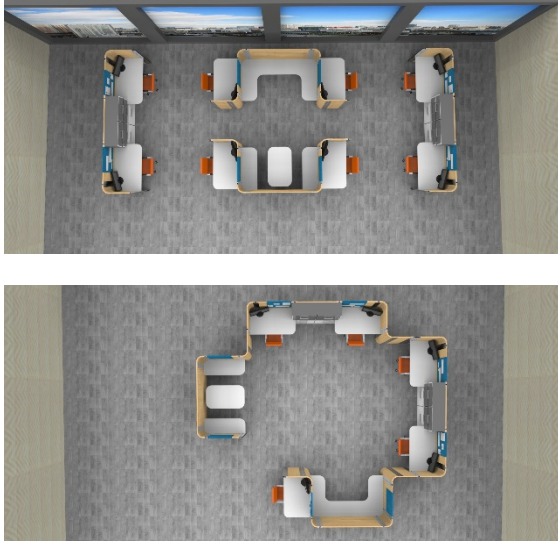
İşyeri tasarımında verimin artırılması için kullanılan tüm ekipmanların o iş yerinde çalışmakta olan bireylerin antropometrik verilerine uygun olarak geliştirilmesi gerekmektedir [7]. Böylece, çalışanlarda meydana gelebilecek mesleki rahatsızlıkların da önüne geçilmesi mümkün olmaktadır. Ergonomik işyeri tasarımının en önemli olduğu alanlardan biri de ofis tasarımlarıdır. Ofis çalışanları çoğunlukla uzun saat boyunca masa başında ve ekran karşısında günü tamamlamaktadır. Ofiste kullanılan tüm mobilyaların ofiste çalışan bireylerin vücut ölçülerine uygun olarak ergonomik olması gerekmektedir. Ofisteki gürültü, yetersiz ısı ve ışık seviyesi ile kullanılan ürünlerin ergonomisi o işyerindeki verimi doğrudan etkilemektedir. Ergonomik olmayan mobilyaların kullanımı, çalışanların kas ve iskelet sisteminde baskı meydana

getirerek kalıcı rahatsızlıklara sebebiyet verebilmektedir. Ofis tasarımları, çalışanların gün boyu aynı duruş pozisyonunda kalmasını engelleyecek farklı çalışma alanlarına da sahip olmalıdır. Gün içerisinde çalışanların daha aktif etkileşim halinde olacağı alanlar oluşturularak iş verimi artırılmalıdır. Ofisler, çalışanların fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarına cevap vermelidir. Oluşturulan alanlar hem kişiselleşme hem de sosyalleşme imkanını tanımalıdır [8-10].

Bu çalışma kapsamında, The XXIXth International Conference Research for Furniture Industry sempozyumunda sunulan “A Study On Modular Operational Working System Design In The Office Furniture Sector” başlıklı bildiriye [9] tasarımı gerçekleştirilen modüler yapıdaki ofis tasarımının ergonomik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışanların gün boyu dinamizmini ve hareket imkânını yüksek tutmaya fırsat veren bu tasarım, farklı birimlerden meydana gelmektedir (Şekil 1). Bu birimler işyerinin hacmine uygun doğrultuda artırılarak farklı şekillerde kullanılabilir. Şekil 2’de bu birimlerin farklı kullanımına örnekler verilmiştir. Çalışma, dinlenme ve toplantı alanlarından oluşan birimlerin ortalama ölçüde antropometrik verilere sahip bir bireye göre ergonomisi CATIA programının RULA aracı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre tasarımın zayıf tarafları tespit edilerek gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Modüler yapıdaki ofis tasarımı (Modular office design)



Şekil 2. Birimlerin farklı dizilimiyle oluşan ofis yapıları (Office structures formed by different arrangement of units)

2. RULA ANALİZİ (RULA ANALYSIS)

Teknolojinin gelişimi ile ergonomik analiz yöntemleri, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programlarında uygulanmaya başlanmıştır [11]. CAD programlarında oluşturulan dijital insan modelleri ile ergonomik açıdan analiz edilecek olan duruş ya da aktivite bilgisayar ortamına simüle edilebilmektedir. Böylece gereksiz prototipler ortadan kaldırılarak tespit edilen problemler üretim öncesi süreçlerde tespit edilebilmektedir [12, 13].

Ergonomik analiz uygulamalarında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, insan kas-iskelet sisteminin hangi bölgesinde baskı oluştuğunu farklı teknikler ile değerlendirmektedir. Bu amaçla kullanılan ergonomik analiz yöntemleri arasında; RULA (Rapid Upper Limb Assessment), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), REBA (Rapid Entire Body Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) ve LMM (Lumbar Motion Monitor) bulunmaktadır [14-17]. RULA yöntemi ile vücudun üst bölgelerinde oluşan baskı tespit edilerek gerekli düzenlemeler yapılırken, REBA yöntemi ile vücudun boyun, gövde, bacak ve alt, üst kol ile bilek bölümleri ayrı ayrı gruplandırılarak bu bölgelerdeki esneme, uzama, eğilme, rotasyon açıları ile ergonomik analiz işlemi tamamlanmaktadır. NIOSH yöntemi, kaldırma işleri sırasındaki riskleri tespiti için bir kaldırma denklemini içermektedir [18]. OWAS ergonomik analiz metodu ise çalışma sırasında yanlış duruş sebebiyle kas ve iskelet

sisteminde meydana gelebilecek rahatsızlıkların gözleme dayalı olarak tespit edilmesidir [19].

Bu çalışmada ergonomik analiz işlemi için CATIA V5 R21 programının RULA aracı kullanılmıştır. RULA analizi ile üst ekstremite aktivitelerinde (boyun, gövde, kol, bilek gibi) risk yaratacak duruş pozisyonları tespit edilerek gerekli iyileştirmeler yapılmaktadır [20]. CATIA programı ile Dijital İnsan Modelleme (DHM) yaklaşımı kullanılarak bir puanlama sistemi sonucu analiz işlemi tamamlanmaktadır [21]. Analiz sonucu elde edilen puanlar 1 ile 7 arasında değişmekte ve renkler ile temsil edilmektedir. CATIA programı ile uygulanan RULA aracı sonucu elde edilen tablodaki puan ve renk değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. RULA analizi puan tablosu değerlendirilmesi (RULA analysis score table assessment) [7, 22]

Vücudun bölümü	Puan	1	2	3	4	5	6
Üst kol	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Önkol	1-3	Green	Yellow	Red	Grey	Grey	Grey
Bilek	1-4	Green	Yellow	Orange	Red	Grey	Grey
Bilek bükümü	1-2	Green	Red	Grey	Grey	Grey	Grey
Boyun	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
Gövde	1-6	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red

Analiz sonucu elde edilen tablodaki puan ve renklerin anlamı ise Tablo 2’de verilmiştir.

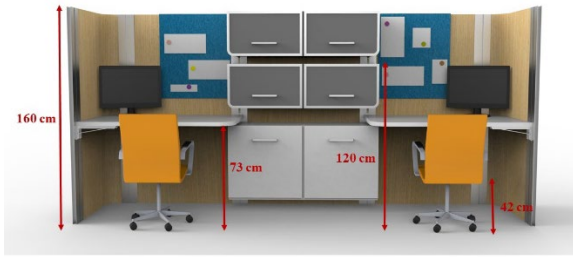
Tablo 2. RULA tablosunun yorumlanması (Interpretation of RULA table) [23]

RULA puanı	Risk seviyesi	Faaliyet
1-2	İhmal edilebilir	Kabul edilebilir
3-4	Düşük	Daha fazla araştırma ve değişiklik gerekebilir
5-6	Orta	Araştırma ve yakında gerekli değişiklikler
7	Yüksek	Soruşturma ve hemen gerekli değişiklikler
	Toplam	

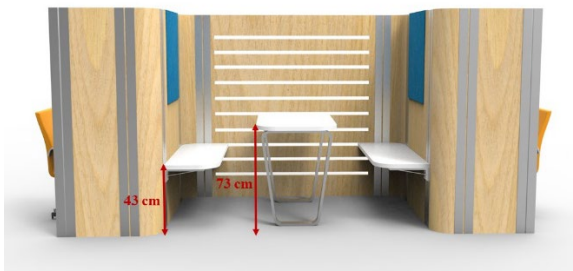
3. OPERASYONEL OFİS MOBİLYASI TASARIMININ ERGONOMİK ANALİZİ (ERGONOMIC ANALYSIS OF OPERATIONAL OFFICE FURNITURE DESIGN)

Yeni ofis düzenlerinde, verimlilik ön plana çıkarılarak çalışanların birbirleriyle daha çok etkileşim halinde bulunabileceği açık tip ofisler tercih edilmektedir. Kapalı tip ofislerde birkaç kişi bulunurken, açık tip ofislerde yüzlerce kişi bir mekanda toplanmaktadır. Bu yeni düzen ile ölçüleri ayarlanabilir mobilyalar kullanılarak herkesi mutlu edecek alanlar oluşturulmak istenmektedir. Gürültü kirliliği oluşmasını engelleyecek ve çalışanlar ihtiyaç duyduğunda bireyselleşmesine izin verecek alanlar planlanmalıdır [8]. Bu amaçla tasarlanmış olan operasyonel ofis tasarımının ergonomik değerlendirmesi bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir.

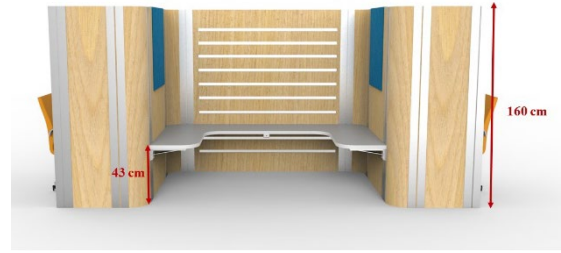
Tasarlanan operasyonel ofis mobilyası çalışma, toplantı ve dinlenme bölümü ölçüleri sırası ile Şekil 3-5’de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma bölümü ölçüleri (Working section dimensions)



Şekil 4. Toplantı bölümü ölçüleri (Meeting section dimensions)



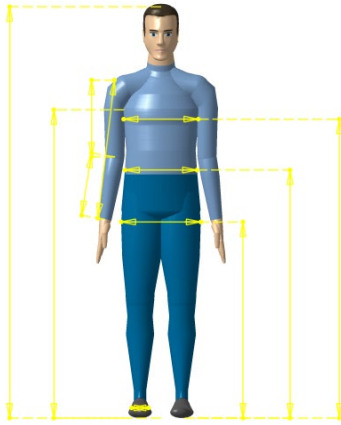
Şekil 5. Dinlenme bölümü ölçüleri (Resting section dimensions)

Ergonomik analiz işlemine ilk olarak ortalama vücut ölçülerine sahip bir dijital insan modelinin oluşturulması ile başlanmıştır. 1981 ve 2005 yıllarında yapılan Türkiye Antropometrik Araştırması sonuçlarına göre Türk erkeğinin ortalama vücut ölçü değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. 1981 ve 2005 yılı Türk erkeği ortalama antropometrik verileri (The average anthropometric data of Turkish men in 1981 and 2005) [1]

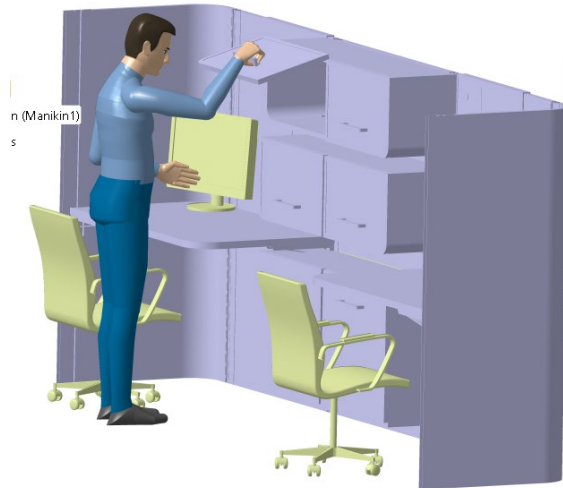
Ölçü tipleri	Ortalama erkek	
	1981	2005
Boy	168,08	168,8
Ağırlık	66,47	74,74
Büst yüksekliği	887,50	887,55
Alt taraf yüksekliği	-	964,20
Diz yüksekliği	503,00	522,99
Alt bacak yüksekliği	-	483,85
Omuz yüksekliği (ayakta, yerden)	1382,70	-
Apış arası yüksekliği	751,30	-
Dirsek yüksekliği (ayakta)	1022,60	-
Tüm kol uzunluğu (ayakta, omuz hareketsiz)	827,90	748,54
Üst kol uzunluğu	-	353,11
Önkol uzunluğu	-	269,22

Tablo 3’te verilen değerlere göre CATIA programında oluşturulan dijital insan modeli Şekil 6’da verilmiştir.

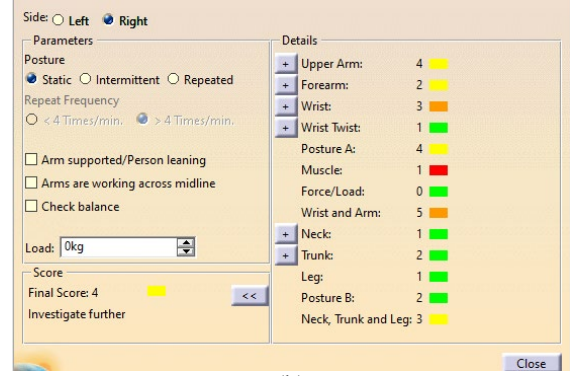


Şekil 6. CATIA programında oluşturulan dijital insan modeli (Digital human model created in CATIA program)

Dijital insan modelinin oluşturulmasının ardından ofis sisteminin çalışma bölümünün 3B modeli açılarak model uygun duruş pozisyonuna getirilmiştir. Modelin üst bölmedeki depolama birimini açma durumundaki analiz sonucu Şekil 7’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre RULA analizi final puanı 4 olarak tespit edilmiştir. Bu durum, risk düzeyinin düşük olduğunu ve daha sonraki aşamalarda tasarım üzerinde değişikliklerin gerekebileceğini göstermektedir.



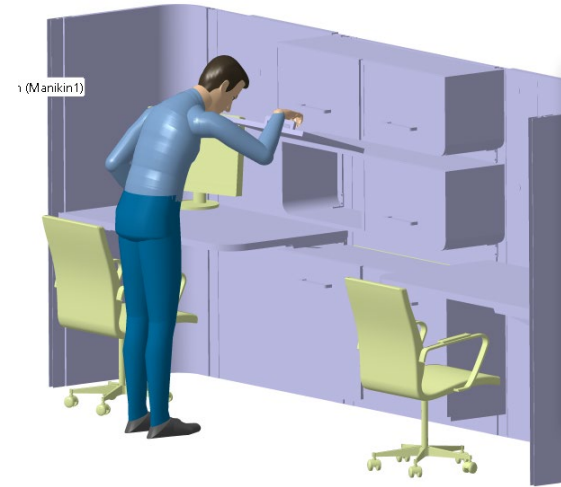
(a)



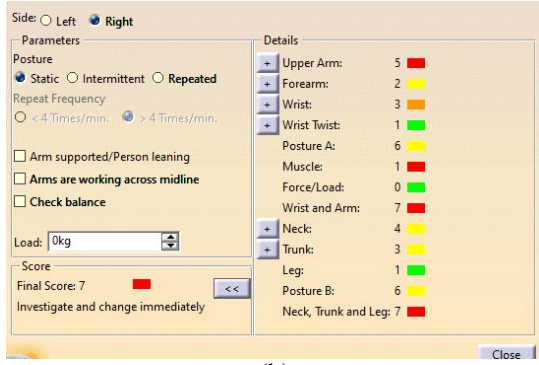
(b)

Şekil 7. (a) Üst kapağın açılması, (b) RULA analiz sonucu (a) opening the top cover, (b) RULA analysis result)

Modelin alt bölmede bulunan depolama birimi kapağını açma durumundaki RULA analiz sonucu ise Şekil 8’de verilmiştir. Analiz sonucuna göre final puanı 7 ve kırmızı renk ile gösterilmiştir. Çalışanların gün boyu bu depolama birimini kullanma sıklığı düşünülerek elde edilen final puanına göre ofis tasarımının bu bölümünde acilen değişiklik yapılması gerektiği belirlenmiştir.



(a)



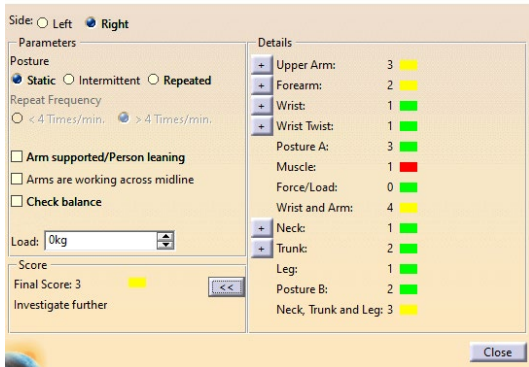
(b)

Şekil 8. (a) Alt kapağın açılması, (b) RULA analiz sonucu (a) opening the bottom cover, (b) RULA analysis result

Bir sonraki aşamada, modelin masada çalışma durumundaki pozisyonunun analiz sonucu Şekil 9'da verilmiştir. Tablodan elde edilen sonuçlara göre final puanı 3 ve sarı renk ile belirtilmiştir. Dolayısıyla tasarımın bu bölümünde ergonomik açıdan bir risk bulunmamaktadır.



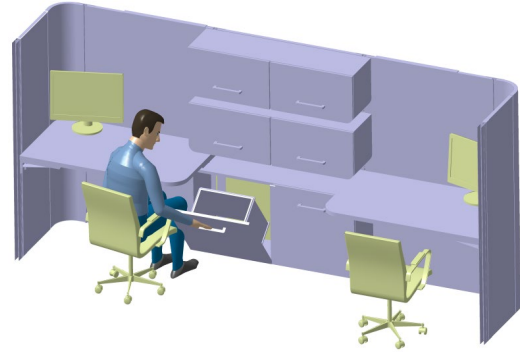
(a)



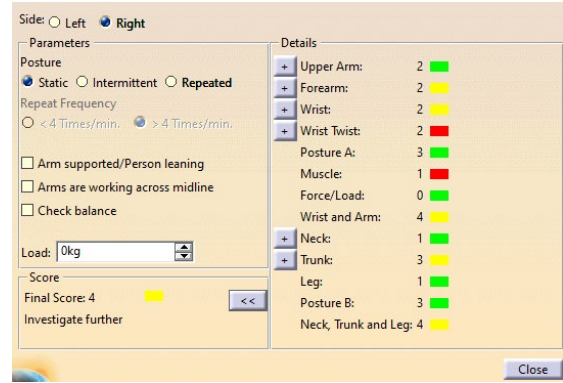
(b)

Şekil 9. (a) Masada çalışılması, (b) RULA analiz sonucu (a) Working at the table, (b) RULA analysis result

Modelin alt kısımda bulunan çöp bölümüne oturur durumdayken ulaşmak istemesi durumunda RULA analiz sonucu Şekil 10'da verilmiştir. Final puanı 4 ve sarı renk ile belirtilmiştir. Bu durum, duruş pozisyonunun risk oluşturmadığını ancak ileride değişiklik gerekebileceğini belirtmektedir.



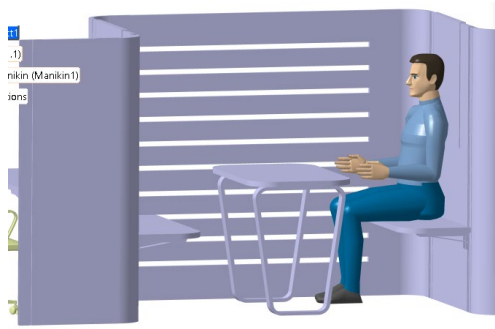
(a)



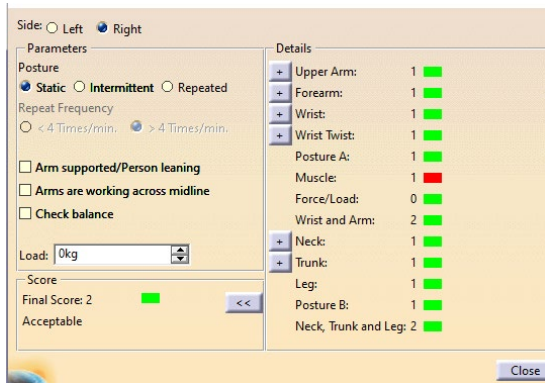
(b)

Şekil 10. (a) Alt bölüme ulaşılması, (b) RULA analiz sonucu (a) Reaching the lower section., (b) RULA analysis result

Modelin toplantı ve dinlenme bölümlerindeki oturma pozisyonunun RULA analiz sonuçları ise sırasıyla Şekil 11 ve 12'de verilmiştir. Her iki oturma pozisyonunda final puanı 2 ve yeşil renk ile gösterilmiş ve herhangi bir değişiklik ihtiyacı olmadığı belirlenmiştir.

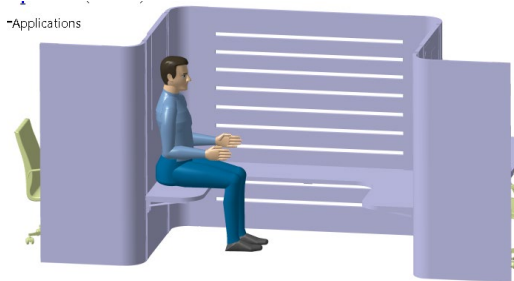


(a)

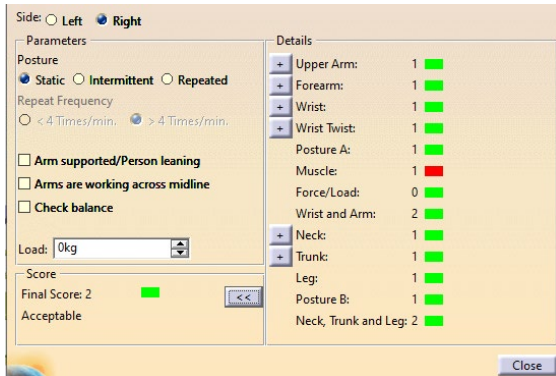


(b)

Şekil 11. (a) Toplantı bölümünde oturma pozisyonu, (b) RULA analiz sonucu (a) *Sitting position in the meeting section*, (b) *RULA analysis result*



(a)



(b)

Şekil 12. (a) Dinlenme bölümünde oturma pozisyonu, (b) RULA analiz sonucu (a) *Sitting position in the resting section*, (b) *RULA analysis result*

Analiz işleminin tamamlanmasının ardından tasarlanan operasyonel ofis mobilyası tasarımının üst kısımdaki alt depolama biriminin kullanımında ortalama boy ölçüsüne sahip bir erkeğin duruş pozisyonunun ergonomik açıdan risk yaratacağı tespit edilmiştir.

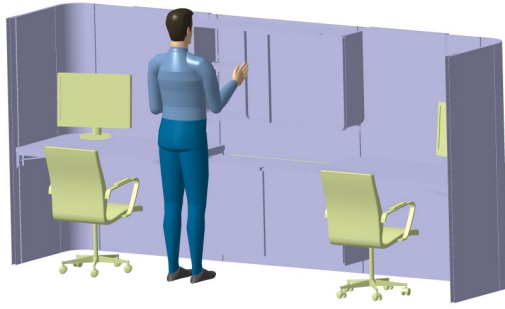
4. RULA ANALİZ SONUÇLARINA GÖRE YENİDEN TASARIM (REDESIGN BY RULA ANALYSIS RESULTS)

CATIA V5 R21 programında gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre ofis mobilyası tasarımındaki depolama birimlerinin kullanımında ergonomik açıdan bireyler üzerinde risk yaratacağı tespit edilmiştir. Bu sebeple tasarım üzerinde bir takım değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Var olan iki adet üst depolama birimi sayısı teke düşürülerek kalker kapak kullanımı yerine raylı kapak tercih edilmiştir. Aynı zamanda dolap derinliği de azaltılarak farklı boy ölçülerine sahip bireylerin dolaba ulaşma durumu kolaylaştırılmıştır. Tasarımın alt kısmında bulunan çöp bölümü kulbu da kaldırılarak dolap kapağı ile entegre bir tutma yeri tasarlanmıştır. Böylece uzun boylu bireylerin alt bölüme ulaşmak için eğilme açısı azalmış olacaktır. Yeniden tasarımı gerçekleştirilen ofis mobilyası sisteminin çalışma birimi Şekil 13’de verilmiştir.

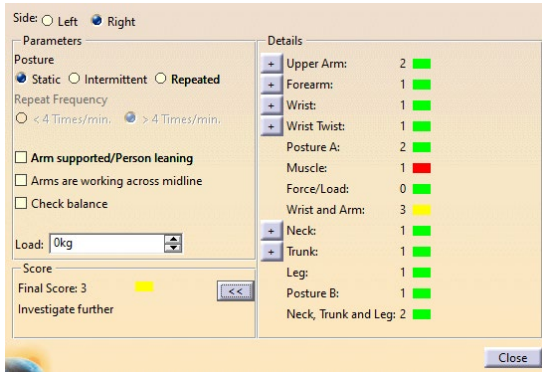


Şekil 13. Yeniden tasarımı gerçekleştirilen çalışma birimi (*Redesigned working unit*)

Yeniden tasarlanan model üzerine dijital insan modeli yerleştirilerek RULA analiz işlemi tekrarlanmıştır. Üst depolama birimi ve alt kısımdaki çöp bölümünün kullanım durumunun RULA analiz sonuçları sırası ile Şekil 14 ve 15’te verilmiştir.



(a)

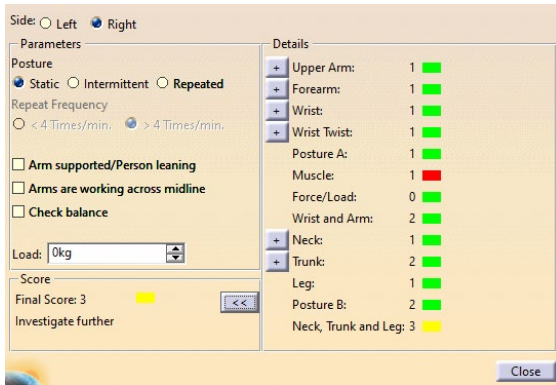


(b)

Şekil 14. (a) Yeniden tasarım sonrası üst kapağın açılması, (b) RULA analiz sonucu (a) *Opening the top cover after redesign*, (b) *RULA analysis result*



(a)



(b)

Şekil 15. (a) Yeniden tasarım sonrası alt bölüme ulaşılması, (b) RULA analiz sonucu (a) *Reaching the lower section after redesign*, (b) *RULA analysis result*

Ofis mobilyasının yeniden düzenlenen bölümlerinin RULA analiz sonuçlarına göre her iki final puanının da 3 ve sarı renk ile temsil edildiği görülmüştür. Bu durum, tasarım üzerinde yapılan değişikliklerin ergonomik anlamda olumlu sonuçlandığını göstermektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER (CONCLUSION AND EVALUATIONS)

Bu çalışma kapsamında, değişen ofis tasarımlarına uygun olarak yarı açık yapıda düzenlenen operasyonel ofis mobilyası sistemi ergonomik açıdan değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde CATIA programının RULA aracı kullanılarak çalışanların farklı duruş pozisyonları incelenmiştir. Çalışmada dijital insan modellerden yararlanılarak çalışma duruşları gerçeğe yakın bir şekilde modellenmiştir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre tasarım üzerinde ergonomik açıdan risk teşkil eden birimler tespit edilmiştir. Üst bölümdeki depolama birimlerini kullanma durumunda, ortalama vücut ölçülerine sahip bir çalışanın bile uzun vadede kas ve iskelet sisteminde problem oluşabileceği görülmüştür. Aynı şekilde alt bölümdeki birimlere oturma pozisyonunda ulaşılması durumunda da ergonomik açıdan risk meydana gelebileceği tespit edilmiştir. Elde edilen RULA analiz sonuçlarına göre yeniden tasarlanan ofis mobilyası sistemi tekrar analiz edilerek ilk elde edilen sonuçlarla kıyaslanmış ve düzenlemelerin olumlu sonuçlandığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR)

- [1] Kaya, Ö., & Özok, A. F. "Tasarımda antropometrinin önemi," *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, vol. 5, özel sayı, 2017. Doi: 10.21923/jesd.45182.
- [2] Phesant, S. *Anthropometrics*, The British Library Document Supply Centre, Boston. USA, 1990.
- [3] Akın, G. "Yaşam kalitesinin artırılmasında antropometrinin önemi," *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, vol. 39, no. (1-2), pp. 87-101, 1999.

- [4] Ulijoszek, S. J. Mascie-Taylor, C. G. N. *Antropometry, The Individual and The Population*, Cambridge University Press Great Britain, 1994.
- [5] Eldem, C., Top, N., Şahin, H. "Dijital İnsan Modelleri Kullanarak Otomobil Sürücüsü Duruş Pozisyonlarının Ergonomik Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma," *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol. 5, no.1, pp. 22-31, 2019.
- [6] Pheasant, S., Haslegrave, C. M. *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, Third Edition, Boca Raton, 2018.
- [7] Eldem, C., A., Şahin, İ., Demir, M., T., Top, N., Şahin, T. "Araç Bakım Kanallarının Dijital İnsan Modelleri İle Ergonomik Analizi ve Yeniden Tasarımı," *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, vol. 7, no. 2, pp. 386-392, 2019.
- [8] Yararel, B. "Ofis Tasarımında Ergonomik ve Antropometrik Etkenler," *Mimarlık ve Yaşam*, vol. 4, no. 1, pp. 141-153, 2019.
- [9] Top, N., Şahin, İ. "A Study On Modular Operational Working System Design In The Office Furniture Sector," *The XXIXth International Conference Research for Furniture Industry*, Ankara, Turkey, 2019.
- [10] Harris, C.M., *Handbook of Noise and Acoustical Measurement*, Mc-Graw Hill, Bölüm 41, 1991.
- [11] Gökçe, H., Gökçe, H. "Catia V5 ile Bilgisayar Destekli Optimizasyon Süreci", *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 10(1), 49-57, 2013.
- [12] Şahin, İ., Eldem, C., Kalyon, S. A., Gökçe, H. "Digital Human Modelling and Ergonomic Analysis: Automatic Arm Barrier as an Example," *International Congress on New Trends in Science, Engineering and Technology (ICONTRENDS'17)*, Barcelona, Spain, pp. 176-187, 2017.
- [13] Sencer, M., Eldem, C., Top, N., & Şahin, İ. "RULA Yöntemi Kullanarak Şehir İçi Otobüslerdeki Havalandırma Pencerelerinin Ergonomik Analizi," *International Symposium On Automotive Science And Technology (ISASTECH)*, Ankara, Türkiye, 2019.
- [14] Deste, M., & Sever, S. "İmalat İşletmelerinde Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri Üzerine Bibliyometrik Bir Analiz," *Ekev Akademi Dergisi*, ICOAEF Özel Sayısı, pp. 209-224, 2019.
- [15] T.R. Waters, V.P. Anderson, A. Garg and L.J. Fine, "Revised NIOSH equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks," *Ergonomics*, vol. 36, no. 7, pp 749-776, 1993.
- [16] L.H. Shy, "Ergonomic Intervention to Reduce the Risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs) for Manual Materials Handling Tasks," *Project Report*, UTeM Malaysia, 2008.
- [17] S. Rud. An Ergonomic Analysis of the Current Lifting Techniques in Height Restricted Cargo Bins at Company XYZ, Thesis, University of Wisconsin-Stout, 2011.
- [18] Y.T. Medina, S.Vina. "Evaluation and Redesign of Manual Material Handling in a Vaccine Production Centre's Warehouse," *A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, pp. 2487-2491, 2012.
- [19] Akay, D., Kurt, M., & Dağdeviren, M. "Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi," *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, vol. 18, no. 3, pp. 73-84, 2003.
- [20] Jadhav, G. S., Sawant, S. M., Suresh M. Shinde, G., & Jamadar, V. "Ergonomic Evaluation Tools RULA and REBA Analysis: Case study.," National Conference on Industrial Engineering and Technology Management, NITIE, Mumbai, 2014.
- [21] Omar, A. R., Saad, N. H., & Halim, I. "Ergonomic assessment using RULA analysis software to investigate musculoskeletal disorders (msds) experienced by material handler in metal stamping industries," *Hand*, 11378 (12962), 10738.
- [22] Vaclav, S., Peterka, J., Pokorny, P. "Objective method for assembly," In *Annals of DAAAM for 2007 & Proceedings.*, Viedeň, ISSN 1726-9679, 2007.

- [23] Qutubuddin, S. M., Hebbal, S. S., & Kumar, A. C. S. "Ergonomic Risk Assessment using Postural Analysis Tools in a Bus Body Building Unit," *Industrial Engineering Letters*, vol. 3, no. 8, pp. 10-20, 2013.

Neslihan TOP

1992 yılında Aydın'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Aydın'da tamamladı. 2014 yılında Gazi Üniversitesi Endüstri Ürünleri Tasarımı bölümünden mezun oldu. 2019 yılında Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimini tamamladı ve bu bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.

Binalarda Yükseklik/Genişlik Oranı ve Zemin Yatak Katsayısına Bağlı Devrilme Analizi

Orhan DOĞAN^{a*}, Mehmet Ali KALAYLI^b

^a. Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

^b. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE 71450, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 25.09.2019
Kabul: 15.12.2019

Anahtar Kelimeler:

Depremde Devrilen
Narin Binalar, Çekme
Almayan Temel,
Zemin-Yapı
Etkileşimi, Binalarda
Devrilme Tahkiki

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
odogan@kku.edu.tr

ÖZET

1999 Kocaeli depremi sırasında, zayıf zemin kuvveti olan bir alan üzerine inşa edilmiş dar yüzlü betonarme yüksek binaların, yapısal bir zarar görmeden temelleri ile birlikte devrildiği görülmüştür. Bu davranış, temel taban basınç gerilmelerinin deprem sırasında değişken olduğunu göstermektedir. Temel tabanındaki farklı taban basıncı, zemin taşıma kapasitesini aşarak, temellerin bir tarafında zeminin plastik olarak çökmesine neden olurken, diğer tarafında zeminden ayrılmasına sebep olmaktadır. Devrilen bu binalar, deprem bölgelerinde dar yüzlü yüksek binaların yapısal analizinden önce, devrilme analizi yapılmasının çok önemli ve gerekli olduğunu göstermiştir. Zeminin çekme gerilme mukavemeti sıfır olmasına rağmen, temel analizlerinde, zemin çekme ve basınçta aynı direnci gösteren yaylar olarak kabul edilmektedir. Bu çalışma kapsamında zeminin çekme dayanımı sıfır olarak kabul edilmiştir. Bir deprem sırasında, bir binanın temelindeki tek taraflı küçük fakat farklı oturmalar nedeniyle binanın tepesinde oluşan yanıl yer değiştirmenin, dar cephe yüksek binaların elastik deformasyonu sonucunda oluşan toplam yanıl yer değiştirmeden çok daha fazla olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, bir binanın yükseklik/genişlik oranı (H/B) ile zemin yatak katsayısı (K, kN/m³) arasındaki korelasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu parametreler arasındaki ilişkiyi ve optimum H/B oranını belirlemek için, 4 farklı H/B oranının her biri için 5 farklı K katsayılı toplam 20 farklı bina modeli tasarlanmıştır. Her bir modelin analizleri STA4CAD V13.1 programı kullanılarak doğrusal yöntemle, ETABS 15.0.0 programı kullanılarak doğrusal ve P-δ etkisini dikkate alan doğrusal olmayan yöntemlerle yapılmıştır. 1999 Kocaeli depremi sırasında Sakarya'da devrilen dört farklı bina, benzer oranlardaki modellerin devrilme analiz sonuçları ile karşılaştırılmış ve bu binaların devrilme limitini aştığı görülmüştür.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.11>

Overturning Analysis Of Buildings Depending On Height/Width Ratio And Soil Spring Coefficient

ARTICLE INFO

Received:25.09.2019
Accepted:15.12.2019

Keywords:

Overturmed Buildings
In Earthquake,
Foundation with Zero
Tensile Strength, Soil-
Structure Interaction,
Overturming
Determination of
Building

ABSTRACT

During the 1999 Kocaeli earthquake, it was observed that the narrow-facade reinforced concrete high buildings built on areas with weak soil strength were overturned together with their foundations without any structural damage. This behavior shows that the compression stresses at the bottom of the foundation are variable during the earthquake. While the compression stress exceeding the ultimate strength and causing residual plastic settlement of soil on one side of the foundations, it is separating from the ground on the other side. These overturned buildings showed that, before structural analysis of narrow-faced high buildings in earthquake areas, overturning analysis of the building is very important and should be compulsory. Although the tensile strength of the soil is zero, in foundation analyzes, the soil is being considered as springs showing the same resistance in tension and compression. In this study, the tensile strength of the soil is considered zero. During an earthquake, lateral displacement at the top of the building due to the small settlement on one the side of a building foundation was obtained more than the total lateral displacement concluded as a result of elastic deformation of narrow facaded high buildings. In this

Corresponding*Authors**

e-posta:

odogan@kku.edu.tr

study the determination of a correlation between the height and width ratio (H/B) of a building and the soil reaction coefficient (K, kN/m³) is aimed. In order to determine the relationship between these parameters and to determine the optimum H/B ratio, in total 20 different building models with 5 different K coefficients for each of the 4 different H/B ratios were designed. The analysis of each model is done using linear method with STA4CAD V13.1 program, linear and non-linear methods considering the P-δ effect with ETABS 15.0.0 program. Four overturned buildings in the Sakarya campus during the 1999 Kocaeli earthquake are compared with the similar models with the same ratio and soil properties. The results show that these buildings are exceeded overturning limits.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.03.11>

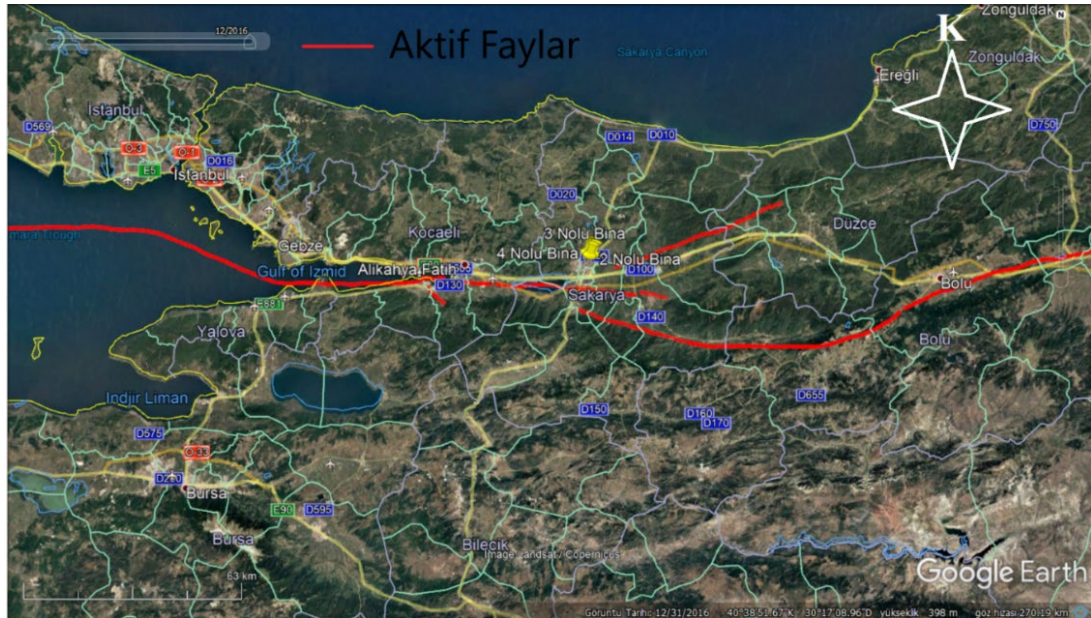
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde betonarme binaların üst yapı analizlerinde, binanın temele ankastre tutulu olduğu kabulüyle üst yapı analizlerinin yapıldığı, daha sonra temel-zemin analizlerinde temelde meydana gelen farklı oturmalarından kaynaklı dönmelerin ihmal edildiği bilinmektedir. Üst yapının temel ve zemiyle birlikte modellenmemiş olması, üst yapı analizlerinde temeldeki dönmenin görece ötelenmelere etkisinin ihmal edilmesi, Sakarya özelinde deprem riski yüksek, zemini zayıf binaların hiç yapısal hasar görmeden toptan devrilmeleri sonucunu getirmiştir. Deprem sonrasında Sakarya ilinde yapılan gözlemsel incelemelerde, devrilen binaların sınırlama nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

Ancak, örnek niteliğindeki seçilen bu binalara bitişik olan aynı katlı fakat daha geniş cephe ve aynı

zemine oturan komşu binalara bakıldığında, bu binalarda herhangi bir eğilme davranışına rastlanılmaması, bu devrilmelerin sadece zemin sınırlamasından kaynaklanmadığını göstermektedir [1].

Şekil 1’de MTA’dan alınan Kuzey Anadolu Diri Fay haritasına bakıldığında, fayın doğu-batı yönünde Sakarya İl merkezinin güneyinden geçtiği görülmektedir. Şekil 2’de ise bu fay doğrultusuna paralel, dik sokak ve caddeler görülmektedir. Şekil 4, 6, 8 ve 10’da Adapazarı şehir merkezinde 1999 Kocaeli depreminde, fay doğrultusuna paralellik arz eden caddeler üzerindeki fay doğrultusuna dik ve dar cepheleli temeliyle birlikte toptan devrilen 4 adet örnek binanın yerleşim alanı, Şekil 3, 5, 7 ve 9’da ise bu binalara ait cephe görüntüleri yer almaktadır [16,17].



Şekil 1. Marmara Bölgesi Kuzey Anadolu Diri Fay Hattı, [2,16] (Marmara Region Northern Anatolia Active Fault Line)



Şekil 2. 1999 Depreminde Adapazarı'nda Devrilen 4 Adet Binanın Konumu, [2] (Location of 4 Buildings Which Were Overturned in 1999 Adapazarı Earthquake)



Şekil 3. Devrilen 1 Nolu Bina (Yükseklik:15.00 m, Genişlik:5.00 m), [1] (Overturned Building #1 (Height:15.00 m, Width:5.00 m))



Şekil 4. 1999 Adapazarı Depreminde Devrilen 1 Nolu Binanın Konumu, [2] (Location of Building #1 Which was Overturned in 1999 Adapazarı Earthquake)



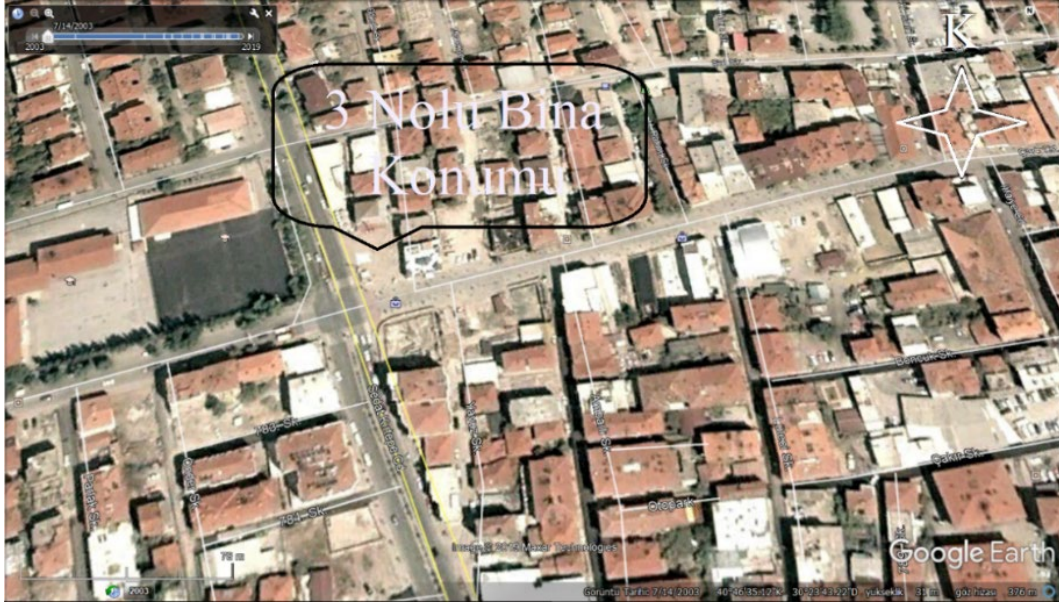
Şekil 5. Devrilen 2 Nolu Bina (Yükseklik:13.50 m, Genişlik:7.50 m), [1] (Overturned Building #2 (Height:13.50 m, Width:7.50 m))



Şekil 6. 1999 Adapazarı Depreminde Devrilen 2 Nolu Binanın Konumu, [2] (Location of Building #2 Which was Overturned in 1999 Adapazarı Earthquake)



Şekil 7. Devrilen 3 Nolu Bina (Yükseklik:13.50 m, Genişlik:6.50 m), [1] (Overturned Building #3 (Height:13.50 m, Width:6.50 m))



Şekil 8. 1999 Adapazarı Depreminde Devrilen 3 Nolu Binanın Konumu, [2] (Location of Building #3 Which was Overturned in 1999 Adapazarı Earthquake)



Şekil 9. Devrilen 4 Nolu Bina (Yükseklik:12.00 m, Genişlik:6.00 m) [1] (Overturned Building #4 (Height:12.00 m, Width:6.00 m))



Şekil 10. 1999 Adapazarı Depreminde Devrilen 4 Nolu Binanın Konumu, [2] (Location of Building #4 Which was Overtuned in 1999 Adapazarı Earthquake)

Günümüze kadar bu alanda yapılmış çalışmalar incelendiğinde, bina-temel-zemini birlikte modelleyen ve devrilme analizi yapımına ilişkin yeterli bir çalışma bulunmazken; Doğan (1993), statik ve dinamik düşey yükler etkisinde elastik ve elasto-plastik zeminler üzerine oturan sonlu kirişler için zeminin çekme almadığını düşünerek matematiksel analizler yapmış [3], Stewart, Seed ve Fenves (1998), farklı rijitlikteki zemin ve üst yapının etkileşimini, binanın temel tipi ve boyutlarına bağlı oluşabilecek ikincil etkileri ortaya koyarak; uzun periyotlu yapıların analizlerini yapmış [4], Giresini ve Sassu (2016), yatay olarak tutturulmuş rijit blokların deprem etkisindeki devrilme davranışını analitik olarak incelemiş [5], Aslam ve diğ. (1978), yapının sadece yükseklik/genişlik oranının devrilmeye olan etkilerini incelemiş [6], rijit blokların ve eklentilerinin devrilmesini inceleyen değişik çalışmalar da farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır [7], [8], [9], [10].

FEMA-356'da yapıların devrilme tahkikinde, toptan devrilmeyen üst yapının rijitliğinden bağımsız bir davranış olduğu ve depremden yapıya gelen devirici kuvvetlerinin, rijitlik katsayısı olan R 'ye bölünmeden doğrudan etkilmesi gerektiği belirtilmektedir. Her ne kadar binaların yüksekliğini azaltmak veya genişliğini artırmak, devrilme riskini azaltan bir çözüm olsa da imar durumu gereği bu çözümün uygulanamadığı durumlarda, FEMA-274'te devrilme riski olan binalar için çeşitli zemin iyileştirme yöntemleri önerilmiştir [11]. Bu çalışmada, 17 Ağustos 1999'da Adapazarı İlminde yaşanan depremde temeliyle birlikte devrilen binalardan dört adedi örnek alınarak, farklı

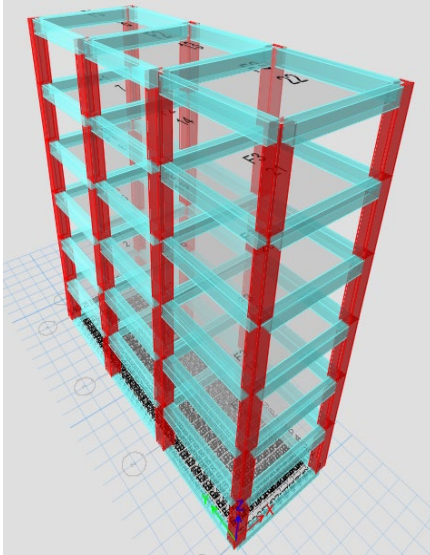
yükseklik/genişlik oranında ve farklı zemine oturan bina modellerinin analizleri yapılmıştır.

2. MATERYAL ve METOD (MATERIAL and METHOD)

Bu çalışmada, Şekil 11'de görüldüğü gibi devrilen binaların oturduğu zemin özellikleri, genişlik ve yükseklikleri referans alınarak, dar cepheli, aynı kat planına sahip 6, 8, 10 ve 12 katlı binalar modellenmiş, DBYBHY-2007'ye göre, 5000, 10000, 20000, 50000 ve 100000 kN/m³ yatak katsayısı için ETABS 15.0.0 ve STA4CAD V13.1 programları kullanılarak, 20 adet betonarme bina modeli hazırlanarak, lineer ve non-lineer analizleri yapılmış, ETABS 15.0.0 programında zemin yatak katsayısı (K) sadece basınca çalıştırılarak, binanın temeli ve tepe noktalarındaki deplasmanlar tespit edilmiş ve ayrıca direnen/deviren momentler karşılaştırılarak devrilme tahkiki yapılmıştır.

Betonarme bina analizi yapabilen STA4CAD V13.1 programı Ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan paket programdır. Sonlu elemanlar metoduna göre hesap yapabilen ETABS 15.0.0 programı ise uluslararası kabul görmüş statik hesap programıdır. Çalışmaya esas teşkil eden devrilen binaların Ülkemizde yer alması ve bu binaların statik hesaplarının genellikle yerel programlarla yapılması sebebiyle STA4CAD programı, çıkan sonuçlar ile karşılaştırma yapılabilmesi için de gerçeğe daha yakın sonuçlar veren ETABS 15.0.0 programı tercih edilmiştir.

Seçilen bina modelleri, 6.00x18.00 m taban oturumunda ve Ülkemizdeki genel yapı stokunu dikkate alarak 6 katlı (18.00 m), 8 katlı (24.00 m), 10 katlı (30.00 m) ve 12 katlı (36.00 m) yüksekliklerinde tasarlanmıştır. Parametre olarak, TS498 Yönetmeliğine uygun olarak döşeme sabit ve hareketli yükleri 2.0 kN/m², kirişlerde duvar yükü 19 cm'lik tuğla duvar için 9.0 kN/m², yapı çelik sınıfı S420, beton sınıfı C20/25, 1.derece deprem bölgesi için A₀=0.40g, bina önem katsayısı I=1.0, spektrum karakteristik periyotları T_A=0.20 ve T_B=0.90, bina taşıyıcı sistem davranış katsayısı R=8.00 alınarak, her bir bina modeli için yapı elemanlarında gevrek göçme olmayacak şekilde, yapının tüm katlarında döşeme kalınlıkları 15 cm, kolon boyutları 70x50 cm ve 70x70 cm, kiriş ebatları 40x60 cm ve 60x60 cm, temel kalınlığı 80 cm olarak seçilmiştir.



Şekil 11. Temel ve Zemin ile Birlikte Modellenen Örnek Binanın Kolon-Kiriş Çerçeve Sistemi (Column-Beam Frame System of Sample Building Modeled with Foundation and Soil)

20 adet bina modelinin, öncelikle STA4CAD V13.1 programı ve ETABS 15.0.0 programı ile lineer analizleri yapılmış, daha sonra P- δ etkisi dikkate alınarak ETABS 15.0.0 programı ile non-lineer analizleri yapılmış ve her iki programla yapılan analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Narin plan geometrisine sahip yapıların devrilme tahkikine esas modellemesi yapılırken, zemin çekme almayan ve basınçta elasto-plastik davranan yaylar şeklinde kabul edilmiştir. Böylece temelde meydana gelen aşırı dönmelerden kaynaklı tepe deplasmanları ve devrilme riskini

artıran büyük ikinci mertebe momentler elde edilmiştir.

Non-lineer analizlerde, temel dönmesine bağlı olarak tepe deplasmanlarının, lineer analize kıyasla, sınır değerlerin de ötesinde çok büyük olduğu görülmüş ve devrilen binalarla da uyumlu sonuçlar vermiştir.

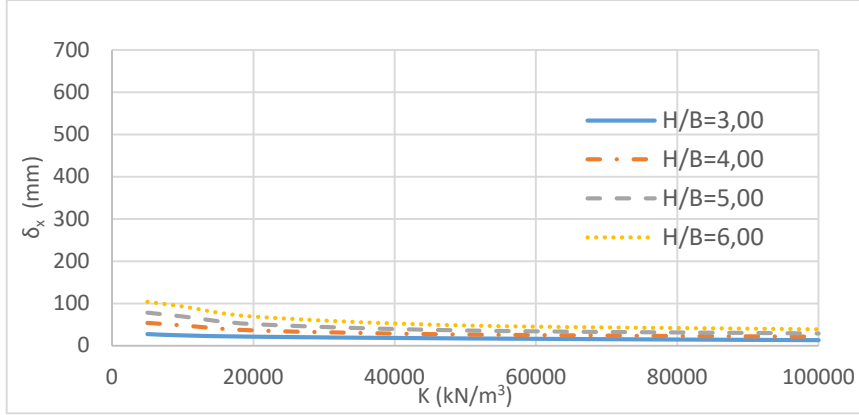
3. BULGULAR ve TARTIŞMA (CONCLUSIONS and DISCUSSION)

Tablo 1. Bina Modellerine ait Maksimum ve Minimum Tepe Deplasmanları (mm) (Maximum and Minimum Peak Displacements of Building Models (mm))

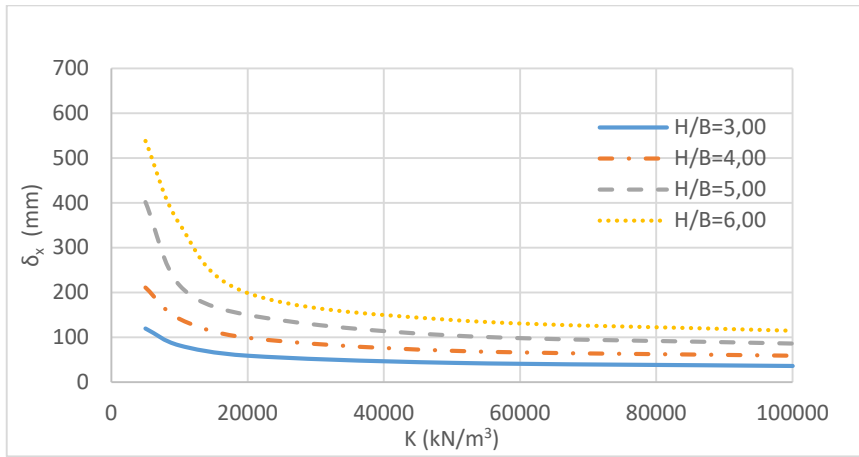
Bina Modelleri	STA4CAD Linear Analiz (mm)			ETABS Linear Analiz (mm)			ETABS Non-linear +P- δ Analiz (mm)		
	δ_x	δ_y	δ_z	δ_x	δ_y	δ_z	δ_x	δ_y	δ_z
H/B=3									
K=5000	27	1	-1	120	1	-13	117	96	-51
K=10000	24	1	-1	82	1	-6	84	96	-30
K=20000	21	1	-1	59	1	-3	64	7	-20
K=50000	17	1	-1	43	1	-2	49	6	-12
K=100000	13	1	-1	36	1	-2	42	5	-8
H/B=4									
K=5000	54	2	-2	211	1	-16	197	132	-66
K=10000	48	2	-1	141	1	-7	139	140	-39
K=20000	36	1	-1	99	1	-4	104	145	-25
K=50000	26	1	-1	70	2	-3	78	147	-16
K=100000	21	1	-1	59	2	-2	68	13	-12
H/B=5									
K=5000	78	3	-3	402	1	-11	352	169	-80
K=10000	69	2	-2	216	1	-9	208	179	-48
K=20000	51	2	-2	150	2	-5	153	186	-32
K=50000	36	1	-1	104	2	-3	113	191	-21
K=100000	29	1	-1	86	2	-3	97	192	-16
H/B=6									
K=5000	104	4	-4	538	2	-15	624	216	-83
K=10000	93	3	-3	353	2	-2	389	218	-62
K=20000	69	2	-3	199	2	-7	211	227	-38
K=50000	48	2	-2	139	3	-5	154	233	-25
K=100000	39	2	-2	115	3	-4	131	236	-20

Tablo 1'de, STA4CAD ve ETABS programlarının lineer analiz sonuçlarına bakıldığında δ_x değerinin sırasıyla 104 ve 538 mm olduğu, ETABS programının non-lineer analizinde bu deplasmanın 624 mm'ye çıktığı görülmekte, K=5000 kN/m³ için de δ_y ve δ_z

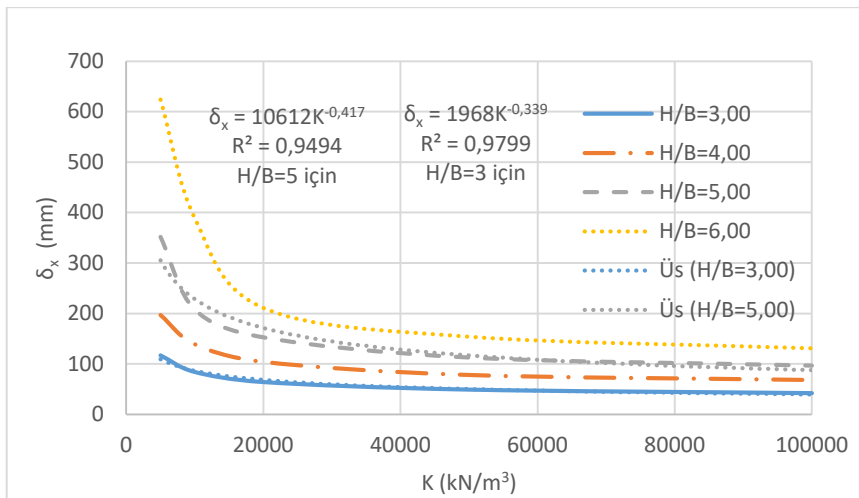
deplasmanlarının sırasıyla 4 ve 16 mm'nin altında ve çok küçük olduğu görülürken, ETABS programının non-linear analizinde bu deplasmanların yaklaşık 10 katı büyüyerek, sırasıyla 236 ve 83 mm'ye kadar çıktığı görülmektedir.



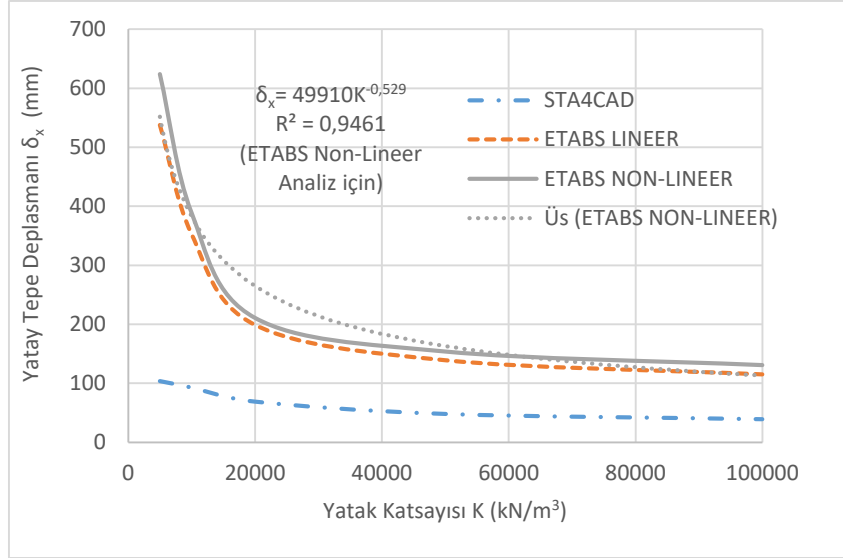
Şekil 12. K - δx Grafiği (STA4CAD Programı, Lineer Analiz) (Graphic of K - δx (STA4CAD, Linear Analysis))



Şekil 13. K - δx Grafiği (ETABS Programı, Lineer Analiz) (Graphic of K - δx (ETABS, Linear Analysis))



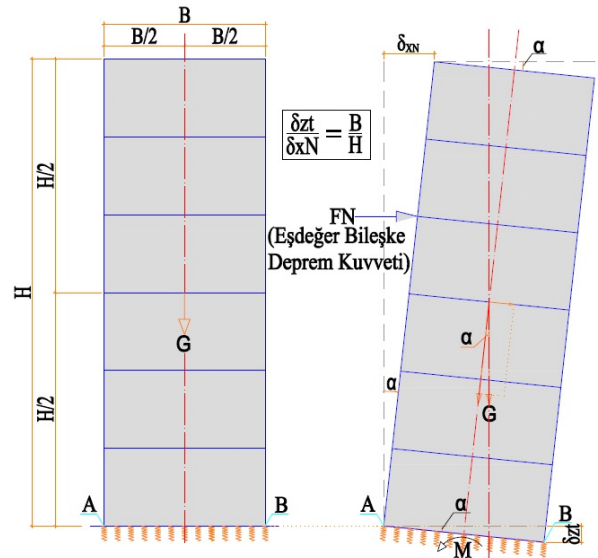
Şekil 14. K - δx Grafiği (ETABS Programı, Non-Linear Analiz) (Graphic of K - δx (ETABS, Non-Linear Analysis))



Şekil 15. H/B=6.00 için K- δ_x Grafiği (STA4CAD Linear Analiz, ETABS Linear ve Non-Linear Analiz) (Graphic of K- δ_x for H/B=6.00 (STA4CAD Linear Analysis, ETABS Linear and Non-Linear Analysis))

Diğer H/B oranlarına benzer olarak, Şekil 15'te H/B=6.00 için K- δ_x ilişkisi, STA4CAD programıyla lineer analizinin ve ETABS programıyla lineer ve non-linear analizlerinin sonuçları ayrı ayrı verilmiştir. STA4CAD programı üst yapıyı analiz ettikten sonra, temel analizini ayrıca yaptığı için sadece görece kat ötelenmelerini dikkate alarak yatay tepe deplasmanlarını hesaplar. ETABS programı üst yapıyı temel ve zeminiyle birlikte analiz ettiği için görece kat ötelenmelerine ek olarak, temelin dönmesinden kaynaklı tepe deplasmanlarını da dikkate almaktadır. Dolayısıyla K=10000 kN/m³ için STA4CAD programının 100 mm olarak verdiği tepe deplasmanının, ETABS programında yaklaşık 5 katı artarak, 500 mm olduğu görülmektedir.

Şekil 16'da görüldüğü üzere, deprem esnasında temelde meydana gelecek farklı oturma neticesinde temelin döndüğü ve buna bağlı olarak üst yapının da aynı açıyla döndüğü ve görece ötelenmelerin dolayısıyla taban eğilme momentinin arttığı görülmektedir.



Şekil 16. Bir Binanın Düşeyde Temel Dönmesine Bağlı Yatay Tepe Deplasmanı (Horizontal Peak Displacement Due to Vertical Rotation of a Building)

Tablo 2'de görüldüğü gibi binanın dar yönünde temelin A ve B noktalarındaki oturmalara bakıldığında temelde bir dönmenin olduğu, 6.00 metre cephe için oturma farkının 74-29=45 mm ve temeldeki dönme eğiminin 4.5/600=0.0075 olduğu, 36.00 m bina yüksekliği için 3600x0.0075=27 cm ek bir tepe deplasmanına neden olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Temelin A ve B Noktalarındaki Maksimum Düşey Deplasmanları-ETABS Programı, Non-linear P- δ Analizi (*Vertical Displacements of Foundation at Point A and B with Respect to ETABS Nonlinear+P- δ Analysis*)

Model					
H/B	K=5000	K=10000	K=20000	K=50000	K=100000
3	(-13), (-47)	(-6), (-28)	(-2), (-17)	(-1), (-9)	(-1), (-7)
4	(-17), (-59)	(-7), (-35)	(-3), (-22)	(-1), (-12)	(-1), (-8)
5	(-22), (-64)	(-8), (-42)	(-3), (-26)	(-1), (-15)	(-1), (-10)
6	(-29), (-74)	(-9), (-52)	(-4), (-31)	(-2), (-17)	(-1), (-12)

Tablo 3. Temel Dönmesinden Dolayı Oluşan Tepe Deplasmanının Toplam Tepe Deplasmanı İçindeki Payı (*Share of Peak Displacement in Total Peak Displacement Due to Foundation Rotation*)

Model	H	δ_{XN}	$\delta_{zt} = \delta_1 - \delta_2$	B	$\alpha_{zt} = \delta_{zt}/B$	$\delta_{xt} = (\alpha_{zt}) \times H$	δ_{xt}/δ_{XN}
	cm (x100)	cm	cm	cm (x100)	(°)	cm	%
H/B=3							
K=5000	18	10.92	3.35	6	0.00558	10.05	92
K=10000	18	7.77	2.22	6	0.00370	6.66	86
K=20000	18	5.75	1.44	6	0.00240	4.32	75
K=50000	18	4.23	0.84	6	0.00140	2.52	60
K=100000	18	3.52	0.55	6	0.00092	1.65	47
H/B=4							
K=5000	24	18.02	4.21	6	0.00702	16.84	93
K=10000	24	12.87	2.83	6	0.00472	11.32	88
K=20000	24	9.44	1.87	6	0.00312	7.48	79
K=50000	24	6.81	1.08	6	0.00180	4.32	63
K=100000	24	5.74	0.73	6	0.00122	2.92	51
H/B=5							
K=5000	30	34.58	6.61	6	0.01102	33.05	96
K=10000	30	18.95	3.39	6	0.00565	16.95	89
K=20000	30	13.89	2.26	6	0.00377	11.30	81
K=50000	30	9.92	1.32	6	0.00220	6.60	67
K=100000	30	8.29	0.89	6	0.00148	4.45	54
H/B=6							
K=5000	36	61.76	9.87	6	0.01645	59.22	96
K=10000	36	38.20	5.86	6	0.00977	35.16	92
K=20000	36	19.89	2.74	6	0.00457	16.44	83
K=50000	36	13.90	1.58	6	0.00263	9.48	68
K=100000	36	11.49	1.07	6	0.00178	6.42	56

Bu tabloda;

H : Bina Yüksekliği (cm)

δ_{XN} : Depremden Dolayı X yönünde Oluşan Maksimum Tepe Deplasmanı (cm)

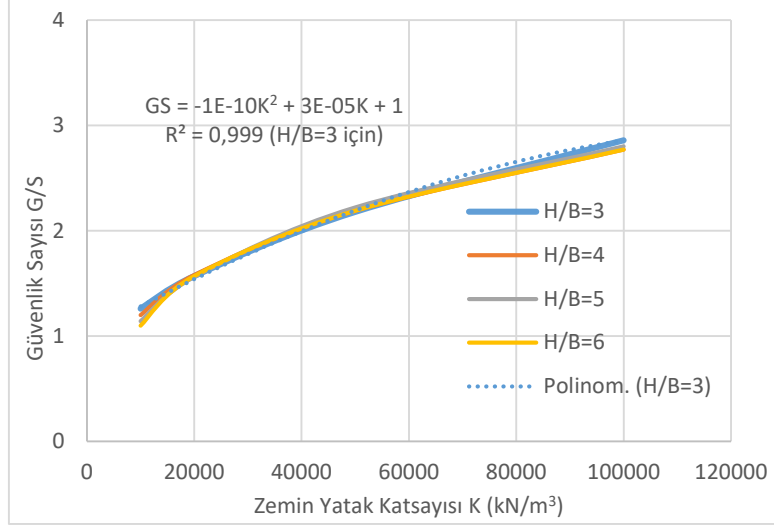
δ_{zt} : Depremden Dolayı Z Yönünde Temelde Oluşan Maksimum Düşey Deplasman (cm)

B : Bina Genişliği (cm)

α_{zt} : Temelin Dönmesinden Dolayı Bina Tabanında Oluşan Açı (°)

δ_{xt} : Temelin Dönmesinden Dolayı Tepede Oluşan Yatay Deplasman (cm)

δ_{xt}/δ_{XN} : Temelin Dönmesinden Dolayı Tepede Oluşturduğu Deplasmanın Toplam Deplasman İçindeki Payı Oranı (%)



Şekil 17. K-GS Grafiği (Graphic of K-GS)

Şekil 17'de görüldüğü üzere, H/B oranına nispeten yatak katsayısının 10000 kN/m³'ten 10 kat artmasıyla binanın 2.50 katı daha güvenli hale geldiği, farklı H/B oranları için güvenlik katsayısı eğrileri benzerlik gösterdiği, H/B=3 için yatak katsayısıyla güvenlik sayısı arasında R² = 0,999 ile Denklem-1 bağıntısının olduğu görülmüştür.

$$GS = -1E-10K^2 + 3E-05K + 1 \quad (1)$$

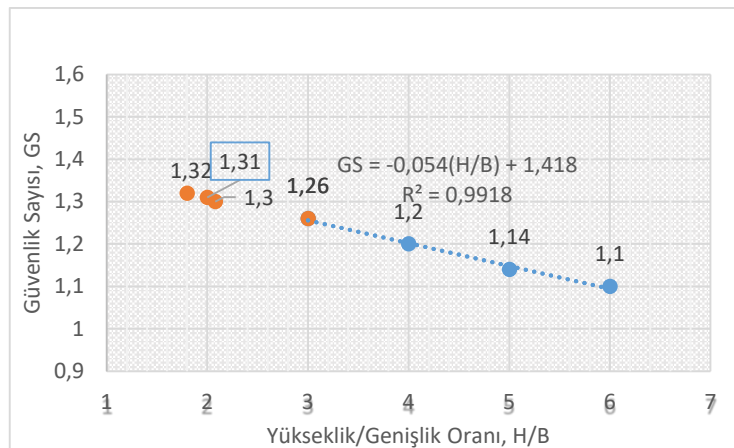
Tablo 4. K=10000 kN/m³ ve Farklı H/B Oranları İçin Güvenlik Katsayıları (K=10000 kN/m³ and Safety Factor For Different H/B Ratios)

Model	H	M _{dir}	M _{dev}	GS
	(m)	(tm)	(tm)	M _{dir} /M _{dev}
H/B=3	18	2280.83	1810.18	1.26
H/B=4	24	3802.49	3172.45	1.20
H/B=5	30	4706.16	4127.62	1.14
H/B=6	36	5466.99	4981.12	1.10

Tablo 4'te K=10000 kN/m³ için ETABS programı non-linear analiziyle direnen M_{dir} ve deviren M_{dev} momentler hesaplanmış ve güvenlik katsayıları verilmiş olup, binanın H/B oranının iki katına çıkması durumunda, devrilme güvenlik katsayısının yaklaşık %15 azaldığı görülmektedir.

Tablo 5. Devrilen 4 Binanın Yükseklik/Genişlik Oranları (Height / Width Ratio of 4 Overturned Buildings)

Bina No:	Yükseklik (H):	Genişlik (B):	H/B oranı
1	15.00	5.00	3.00
2	13.50	7.50	1.80
3	13.50	6.50	2.08
4	12.00	6.00	2.00



Şekil 18. K=10000 kN/m³ Zemini İçin (H/B) - GS Grafiği (For K=10000 kN/m³ Soil Graphic of (H/B) – FS)

Şekil 18’de, K=10000 kN/m³ ve H/B oranları 3, 4, 5 ve 6 olan modeller için güvenlik katsayısı ile H/B arasındaki ilişkiyi gösteren lineer bağıntı Denklem 2’de verilmiştir.

$$GS = -0.054(H/B) + 1.418 \quad (2)$$

Ayrıca Şekil 3,5,7 ve 9’da 1999 Adapazarı depreminde devrilen 4 adet binanın H/B oranlarına bağlı GS değerleri Şekil 18’de gösterilmiştir. H/B oranının arttıkça güvenlik sayısının azaldığı, devrilen binaların güvenlik sayılarının 1.26 ile 1.32 arasında olduğu görülmüştür. Güvenlik sayısının 1’den büyük olmasına rağmen binaların depremde devrilmiş olmasının nedenlerinden birincisinin binanın eğilmesiyle birlikte bina ağırlık merkezinin binanın taban geometrik ortasından topuk noktasına doğru ötelenmesi ve ikincisinin de zeminin elastik davranıştan plastik davranışa geçmesi (sıvılaşma) neticesinde binalardaki topuk noktasının binaların ağırlık merkezine doğru ötelenmesinden olduğu düşünülmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER (CONCLUSION and SUGGESTION)

Bu çalışma ile belediyelerin imar şube ve müdürlüklerince binaların kat adedi belirlenirken, bina, dolayısı ile parsel genişliklerine ve zemin yatak katsayılarına çok dikkat etmeleri gerektiği ortaya konmuştur. Eski İmar Yönetmeliğine göre verilen 6.00 metre olarak verilen minimum cephe genişliğinin, yürürlükteki İmar Yönetmeliğinde 10 kat ve üzeri yapılar için 12.00 metre olarak değiştirilmiş olup, bu İmar Yönetmeliğine göre yapılacak 10 kat ve üzerindeki yapıların H/B oranının 3 ve üzeri olabileceğinden bahisle, bu yapılarda temeliye birlikte

toptan devrilme riskinin hala taşındığı görülmektedir. Bu riskin ortadan kaldırılabilmesi için bina genişliklerine göre bina yüksekliklerine sınırlandırılma getirilmesi önerilmektedir. Ayrıca mevcut bina analiz yöntemlerinde, üst yapı analiz edilerek, taban etkileri altında temel hesabının yapıyor olması, temeldeki deformasyonlardan üst yapının etkilenmediği gibi bir yanlış uygulamaya dikkat çekmek adına üst yapı ve temelin birlikte analizi yapılmış ve temel tabanındaki farklı taban basıncından kaynaklı meydana gelen farklı oturumların üst yapıya etkisi de göz önüne alınmıştır. Temelde farklı oturma ve dönmelerin meydana gelmesi, temel hesabı yapılırken zeminin çekme almadan modellenmesi gerektiğini ortaya koyarak, tepe deplasmanlarının da aşırı büyümesine neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, zeminin plastik davrandığı ve temelin rijit plak olmadığı, bir tarafı otururken diğer tarafında kalkarak zeminden ayrılabilceği de dikkate alınarak binanın tepe deplasmanları ve devrilmeye karşı güvenlik katsayıları ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

Burada bina yüksekliği arttıkça ve zemin yatak katsayısı azaldıkça binanın devrilme riskinin büyük oranda arttığı görülmüştür. Binanın H/B oranının iki katına çıkması durumunda, devrilme güvenlik katsayısının yaklaşık %15 azalırken, zemin yatak katsayısının 100.000 kN/m³’ten 10.000 kN/m³’e inmesiyle binanın 2.50 katı daha güvensiz hale geldiği görülmüştür.

Bu çalışmada devrilmeye karşı %26 ve %32 daha güvenli olan Adapazarı depreminde devrilen örnek binalara bakıldığında, analizlerde temelde topuk dönme noktasının gerçek yeri ve binanın eğilmesi ile değişen ağırlık merkezinin yeri tam olarak

belirlenemediği için devrilmeye karşı güvenlik katsayısının 1.50 ve üzeri bir değerde olması gerektiği ortaya konulmuştur.

Ayrıca bitişik nizam binaların tasarımında, standartlarca öngörülen dilatasyon ölçüleri verilirken, sadece üst yapıda gözlenecek görelî ötelenmelerin dikkate alınarak belirlendiği, ancak üstyapının temel ve zeminle birlikte analiz edildiğinde, temelde farklı oturmalar neticesinde eğilmenin meydana geldiği görülmüş ve bu eğilme neticesinde ötelenmelerin standartlarda belirtilen dilatasyon ölçülerinin 10 katından daha fazla olduğu, dolayısıyla döşemeleri farklı seviyelerde olan komşu binalar arasında çekiçleme etkisinin kaçınılmaz olduğu görülmüştür. Bu bakımdan çekiçleme etkisinin önlenmesi için binaların referans kotu (plankote) olan +0.00 kotunun, parsel bazında değil de ada bazında verilmesi ve kat yüksekliklerinin eşit tutulması büyük önem taşıyacaktır. İlgili idareler, binaların kaç katlı veya yüksekliğinin kaç metre olacağını belirlerken, cephe genişliklerini ve zemin sınıfını dikkate alarak, binaların devrilme tahkiki kontrollerini istemeleri gerekmektedir.

Şevli araziler üzerine yapılacak dar cepheli ve devrilme riski yüksek binalarda, temel tabanının az kazılmış ve çok kazılmış olması nedeniyle aynı temelin farklı taşıma kapasiteli zeminlere oturması sebebiyle, yukarıda arz edilene benzer şekilde temelde dönmelere neden olarak binada eğilme ve hatta devrilmelere sebebiyet verebilecektir.

Bu çalışmaya ek olarak, 2019'da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) doğrultusunda, devrilme riskini arttıracığı düşünülen düşey deprem yükleri de dikkate alınarak, devrilme tahkiklerinin yeniden yapılması büyük önem arz etmektedir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M. A. Kalaylı, "Depremde Devrilmeye Karşı Bina Yükseklik/Genişlik Oranının Zemin Yatak Katsayısına Bağlı Olarak Bilgisayar Destekli Optimum Tasarımı" Yüksek Lisan Tezi, *Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye, 2017.*
- [2] Google Earth Pro 7.1
- [3] O. Doğan, "Elastik Zemine Üzerine Oturan Kirişler", Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, 1993.*
- [4] P. Stewart, R. B. Seed, G. L. Fenves, "Empirical Evaluation Of Internal Soil-Structure Interaction Effects", Los Angeles Department of Civil & Environmental Engineering, *Pacific Earthquake Engineering Research Center, Peer-98/07, University of California, Berkeley, USA, November 1998.*
- [5] L. Giresini, M. Sassu, "Horizontally Restrained Rocking Blocks: Evaluation Of The Role Of Boundary Conditions With Static And Dynamic Approaches", *Bull Earthquake Engineering Journal*, Vol.15, pp. 385-410, January 2017.
- [6] M. Aslam, W. G. Godden, D. T. Scalise, "Earthquake Rocking Response of Rigid Bodies", *California Digital Library, University of California, Berkeley, August 1978, (<https://escholarship.org/uc/item/07b7w0rv>).*
- [7] L. Sorrentino, R. Masiani, D. Decanini, "Overturning of rocking rigid bodies under transient ground motions", *Structural Engineering and Mechanics Journal*, Vol. 22, pp. 293-310, February 2006.
- [8] C. Casapulla, "On the Resonance Conditions of Rigid Rocking Blocks", *International Journal of Engineering and Technology Journal*, Vol. 7, pp. 760-771, April 2015.
- [9] J. Zhang, N. Makris, "Rocking response of free-standing blocks under cycloidal pulses", *Journal of Engineering Mechanics*, Vol. 127-5, pp. 473-483, May 2001.
- [10] T. Ther, L. P. Kollar, "Overturning of rigid blocks for earthquake excitation", *Bulletin Of Earthquake Engineering Journal*, Vol. 16-3, pp. 1607-1631, March 2018.
- [11] Federal Emergency Management Agency, FEMA 356, 2000, USA.
- [12] Sta4CAD V13.1, Sta Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., 2017, Türkiye.
- [13] ETABS 15.0.0, CSI Computers and Structures, INC, Structural and Earthquake Engineering Software Company, USA, 2015.
- [14] 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY), Ankara, Türkiye.

- [15] TS500, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara, Türkiye.
- [16] Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (www.mta.gov.tr), Ankara, Türkiye
- [17] Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, (www.tkgm.gov.tr), Ankara, Türkiye.
- [18] Plansız Alanlar Tip İmar Yönetmeliği, 02.11.1985 Tarihli Resmi Gazete, (https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18916_1.pdf), Ankara, Türkiye, 1985.
- [19] Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği, (<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170703-8.htm>), Ankara, Türkiye, 2017.

Mehmet Ali KALAYLI

Mehmet Ali KALAYLI, 1985'te Ankara'da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 2008'de Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü bitirdi. 2014 yılında Kırıkkale Üniversitesi Yapı A.B.D'de başladığı yüksek lisans eğitimini 2017 yılında tamamlayarak, yine aynı yıl doktora eğitimine başladı. 2013'e kadar yurt içi ve yurt dışında çeşitli firmalarda şantiye şefi ve proje mühendisi olarak çalıştı. Kamuda 2013 yılında inşaat mühendisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir. Çalışma alanları: betonarme, zemin-yapı etkileşimi (ZYE), güçlendirme, çelik ve geoteknik (iksa, zemin iyileştirme, şev stabilitesi) konularıdır.

Orhan DOĞAN

Orhan DOĞAN, 1967'de Kayseri'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri'de tamamladı. 1989'da İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü fakülte birinciliğiyle tamamlayarak, 1990'da Arş.Gör. oldu, 1993'te yüksek lisans eğitimini tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi adına 1993-YÖK YLS Bursunu kazanarak, İngiltere Cardiff Üniversitesinde Yapı ABD'da doktora öğrenimini ve European Union-British Steel ortaklığındaki AB projesini 1997'de tamamladı. Kırıkkale Üniversitesi Yapı ABD'nda 1997'de Yrd.Doç., 2015'te Doç.Dr. unvanı ile Bölüm Başkanlığı görevine devam etmektedir. Dekan Yardımcılığı, Yapı-Zemin Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Yapı İşleri Daire Başkanlığı gibi idari görevlerde bulunmuştur. Çok sayıda bilirkişilik, bina inceleme, güçlendirme, GES, RES, BES, HES projelerinde danışmanlık ve kabul komisyon üyeliği yapmıştır.