

HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
AKADEMİK BİLİM DERGİSİ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY
JOURNAL OF ENGINEERING

Cilt:9

Sayı:2

Ağustos 2024

e-ISSN: 2528-8733



Baş Editör

Prof. Dr. Kasım MERMERDAŞ, Harran Üniversitesi

Editörler

Prof. Dr. Kasım MERMERDAŞ, Harran Üniversitesi

Prof. Dr. Veysel GÜMÜŞ, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fatih TÜYSÜZ, Northumbria University, UK

Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Abdülkadir GÜMÜŞÇÜ, Harran Üniversitesi

Mizanpaj Editörü

Arş. Gör. Latif Doğan DİNSEVER, Harran Üniversitesi

Dil Editörü

Öğr. Gör. Umut KURAN, Harran Üniversitesi

Alan Editörleri

Prof.Dr. Bülent YEŞİLATA, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Prof.Dr. Ahmet ALTUNCU, Dumlupınar Üniversitesi

Prof. Dr. Halit YAZICI, Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Kasım YENİGÜN, Kastamonu Üniversitesi

Prof. Dr. Nermin ŞARLAK, Konya Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ramazan KARAKUZU, Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Yeliz PEKBAY, Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Yusuf ARMAN, Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. A. Alper ÖNER, Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. M. Sami AKÖZ, Çukurova Üniversitesi

Prof.Dr. Sinan UYANIK, Harran Üniversitesi

Prof. Dr. Kasım MERMERDAŞ, Harran Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÖZEN, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Ali YILDIRIM, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Deniz UÇAR, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Eyüp KARAOĞUL, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fatih TÜYSÜZ, Northumbria University, UK

Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa ULUKAVAK, Harran Üniversitesi

Doç Dr. Serkan KAYA, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Hakkı GÜLŞEN, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Emin TENKEKİ, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Süleyman İPEK, Bingöl Üniversitesi

Doç. Dr. Abdülkadir GÜMÜŞÇÜ, Harran Üniversitesi

Dr. Kerim KARADAĞ, Harran Üniversitesi

Dr. N. Göksu SOYDAN OKSAL, Mersin Üniversitesi

Dr. Yunus EROĞLU, İskenderun Teknik Üniversitesi

Dr. Kemal GÜNER, Harran Üniversitesi

Alan Editörleri (Cilt 9, Sayı 2)

Doç. Dr. Serkan KAYA, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Oğuz ŞİMŞEK, Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Süleyman İPEK, Bingöl Üniversitesi

Dr. Yunus EROĞLU, İskenderun Teknik Üniversitesi

Dr. Kemal GÜNER, Harran Üniversitesi

İletişim:

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü Haliliye, Şanlıurfa

Telefon: +90 414 318 3476

e-mail: muhendislik@harran.edu.tr

web: <https://dergipark.org.tr/humder>

e-ISSN: 2528-8733

Yayın Aralığı: 4 ay

HAKEM LİSTESİ / Reviewers List

9.Cilt 2. sayımızda yayınlanan makaleleri değerli zamanlarını ayırarak değerlendiren kıymetli hocalarımıza teşekkür ederiz.

We greatly appreciate the contributions made by the scientists, who worked as reviewers for Harran University Journal of Engineering.

Akın ÖZDEMİR
Arif GÜREL
Ayşegül ERDOĞAN
Emrah ASLAN
Mehmet Umur SALUR
Onur ONAT
Ömer FARUK NEMUTLU
Recep PEKGÖKGÖZ
Sadık VAROLGÜNEŞ
Selcen YÜCESOY KAHRAMAN
Şeyda GÜR
Yasemin ŞİRİN ERYOLDAŞ

Araştırma Makaleleri (Research Articles)

Effects of Infill Wall Thickness and Arrangement on the Seismic Performance of the Reinforced Concrete Frames Dolgu Duvar Kalınlığı ve Düzeninin Betonarme Çerçevelerin Sismik Performansına Etkisi Esra AKCAN ¹ , Esra Mete GÜNEYİSİ ²	58
Çevrimiçi Sosyal Ağlarda Spam Hesap Tespiti Spam Account Detection in Online Social Networks Esma Elma ¹ , Nagehan İLHAN ²	71
Şanlıurfa İli İçin Olası Kayıpların Deprem Senaryosu ile Tahmini Risk Analysis in Trade Credits with Fuzzy AHP and TOPSIS İbrahim AKGÜL ¹ , Hüseyin BAYRAKTAR ²	90
Altman Z-Skor Risk Raporunun Şirket Birleşmelerinde Nötrosifik Sayı Kümeleriyle Analizi Üzerine Çoklu Birleşme Uygulaması Multiple Merger Application on Analysis of Altman Z-Score Risk Report with Neutrosophic Number Sets in Mergers Abdullatif KALLA ¹ , Mehmet Emin TENKEKİ ²	103

Derleme Makaleleri (Review Articles)

Türkiye’de Ekip Çizelgeleme Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi Bibliometric Analysis of Graduate Theses on Team Scheduling in Türkiye Ecem Şeval PINARCI ¹ , Cem Tarık VURUŞKAN ² , Emel GÜVEN ³ , Tamer EREN ⁴	118
---	-----



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Effects of Infill Wall Thickness and Arrangement on the Seismic Performance of the Reinforced Concrete Frames

Dolgu Duvar Kalınlığı ve Düzeninin Betonarme Çerçevelerin Sismik Performansına Etkisi

Yazar(lar) (Author(s)): Esra AKCAN¹, Esra Mete GÜNEYİSİ²

¹ ORCID ID: 0009-0009-9238-6900

² ORCID ID: 0000-0002-4598-5582

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Akcan E., Güneyisi E.M., “Effects of infill wall thickness and arrangement on the seismic performance of the reinforced concrete frames”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(2): 58-70, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1483849



Effects of Infill Wall Thickness and Arrangement on the Seismic Performance of the Reinforced Concrete Frames

Esra AKCAN¹, Esra Mete GÜNEYİSİ^{1,*}

¹Gaziantep University, Civil Engineering Department, 27310, Şehitkamil/GAZİANTEP

Abstract

In this study, it is aimed to investigate the seismic behavior of the reinforced concrete (RC) frames with and without infill walls having different thickness and arrangement. To this, 3, 4, 5, 6, and 7 story RC frames consisting of 4 and 5 bays were studied. Infill walls were introduced into the frame models by considering four different arrangements over the height of the structure such as full infill frame (FIF), full infill frame with soft story (FI-SSF), exterior bay infill frame (EBIF), and exterior bay infill frame with soft story (EBI-SSF). For each case, four different infill wall thicknesses of 10 to 25 cm were taken into account. Thus, a total of 170 different 2D frame models with and without infill walls were investigated thorough nonlinear static analysis method by means of SAP 2000 program. The infill panels were modeled by utilizing equivalent diagonal compression strut. As a result of the analyses, the capacity curves of the structures, maximum base shear force, initial stiffness, and mechanism of the plastic hinge formation in the structures were determined and comparatively discussed. It was observed that both wall thickness and arrangement have significant impact on the lateral load carrying capacity and hinge formation of the case studied structures, on the other hand, with their compatible choice the greatest seismic performance could be achieved.

Makale Bilgisi

Başvuru: 14/05/2024
Yayın: 30/08/2024

Keywords

Infill wall
Equivalent diagonal compression strut
Reinforced concrete frames
Nonlinear static analysis

Anahtar Kelimeler

Dolgu duvar
Eşdeğer diagonal basınç çubuğu
Betonarme çerçeveler
Lineer olmayan statik analiz

Dolgu Duvar Kalınlığı ve Düzeninin Betonarme Çerçevelerin Sismik Performansına Etkisi

Öz

Bu çalışmada, farklı kalınlık ve düzenlemeye sahip dolgu duvarlı ve duvarsız betonarme çerçevelerin sismik davranışının araştırılması amaçlanmaktadır. Bunun için 4 ve 5 açıklıktan oluşan 3, 4, 5, 6 ve 7 katlı betonarme çerçeveler incelenmiştir. Dolgu duvarlar, yapı yüksekliği boyunca tam dolgulu çerçeve, yumuşak katlı tam dolgulu çerçeve, dış açıklıklarda dolgulu çerçeve ve yumuşak katlı dış açıklıklarda dolgulu çerçeve olmak üzere dört farklı düzenleme dikkate alınarak çerçeve modelleri oluşturulmuştur. Her bir durum için 10 ile 25 cm arasında değişen dört farklı dolgu duvar kalınlığı dikkate alınmıştır. Böylece SAP 2000 programı kullanılarak dolgu duvarlı ve duvarsız olmak üzere toplam 170 farklı iki boyutlu çerçeve modeli doğrusal olmayan statik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Dolgu duvar panelleri eşdeğer diyagonal basınç çubuğu kullanılarak modellenmiştir. Analizler sonucunda yapıların kapasite eğrileri, maksimum taban kesme kuvveti, başlangıç rijitliği ve yapılarda plastik mafsallık oluşum mekanizması belirlenerek karşılaştırmalı olarak sonuçlar irdelenmiştir. İncelenen yapıların hem duvar kalınlığının hem de çerçeve içerisindeki düzeninin yanıl yük taşıma kapasitesi ve mafsallık oluşumu üzerinde önemli etkiye sahip olduğu, diğer taraftan bu parametrelerin uyumlu seçimi ile en yüksek sismik performansın elde edilebildiği görülmüştür.

1. INTRODUCTION (GİRİŞ)

A filled framework constitutes a composite structure composed of either reinforced concrete or steel which is packed with concrete or masonry panels to cover the flat rectangle spaces between the top and bottom beams and lateral columns [1]. Within this combined arrangement, masonry function as the material for the external non-bearing walls or separation of the space. Infill walls are often seen as non-load bearing elements within the constructional framework at the design course [2]. The seismic performance of

* Corresponding author, e-mail: eguneyisi@gantep.edu.tr

reinforced concrete framework with infill wall is often positively influenced by existence of infill walls. Non-structural walls of masonry could increase the structure's overall strength and stiffness. Inversely, undesirable results could take place for instance torsional affects due to in-plan deficiencies and soft story affects due to inconsistencies and repercussion of short-column [3].

Several tools for modelling are being employed for investigating infilled frames. These tools for modelling could be separated into three main classifications [4-6]:

- (a) Micro-models or local ones
- (b) Macro-models or simple ones
- (c) Discrete (mesoscale) ones.

Due to its computational efficiency and reliance on structural mechanical data acquired from masonry infill wall tests, macro modeling provides several advantages [7]. This category uses basic models that depend on observational understanding of the action of the infill wall. An instance of a typical macro-model for infilled panels equivalent diagonal compression strut [8]. One of the oldest analytical researches utilizing elastic theory was executed by Polyakov [9]. Based on his study and investigations on masonry panels subjected to compression in a diagonal manner, he claimed that the masonry walls in infilled framework facing lateral loads could have a similar impact as a diagonal strut as represented in Figure 1 [10].

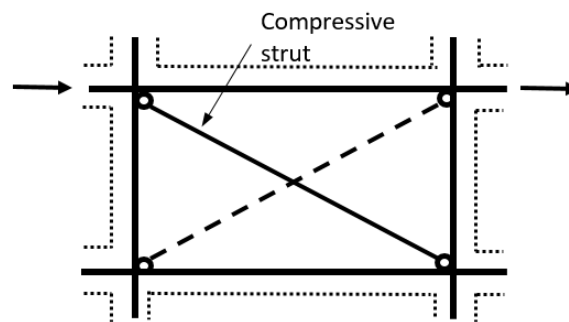


Figure 1. Model for infilled frames with a diagonal strut [10]

In many situation, the geometry of micro-models using the finite elements approach takes more activity, power and time in comparison of equivalent diagonal strut methods [11]. The strength and stiffness of the intricate framework were discovered to be greatly influenced by the inclusion of masonry infill wall [12-13]. Soft-story columns experience damage when the structure's lateral stiffness immediately shifts, diminishing their ability to bear a lateral load when the structure frame with a soft-story [14]. In addition, based on investigations, the placement of partial openings inside an infill wall provide an enormous influence on the lateral stiffness of the frame. Openings arranged in which the load transfer of the infill wall commences have a major influence on the stiffness of the structural frame. On the other hand, openings that are positioned at the side of little load transmission moderately diminish the stiffness of the structural frame [15].

In the literature it is reported that if an infill panel integrated with the frame is subjected to a lateral load, it encounters a distinct split from the surrounding frame, predominantly along the length of the connection. In this case, the interface region is decreased to only two adjacent compression edges at the ends that keep going in a diagonal contact. Because of this behavior, it has been expected that the infill performs identically to a diagonal strut bracing which in turn an equivalent frame as illustrated in Figure 2 [16]. The infill walls normally have a favorable influence on the seismic action of buildings when they are properly considered in the design and also properly located along the structural frame. But, inconsistent placement of the infill walls especially through the elevation of the building may result in adverse consequences [17].

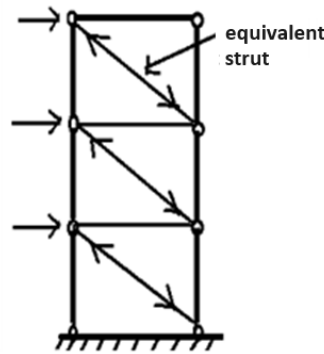


Figure 2 Equivalent frame representation having infill panels [16]

In this work, the effects of infill wall thickness and arrangement over the structure height on the seismic behavior of the reinforced concrete frames were investigated. The 3 to 7 story reinforced concrete frames with 4 and 5 bays were studied. Four different infill wall arrangements, namely, full infill frame (FIF), full infill frame with soft story (FI-SSF), exterior bay infill frame (EBIF), and exterior bay infill frame with soft story (EBI-SSF) were considered together with four different infill wall thicknesses of 10, 15, 20 and to 25 cm. Thus, various frame models with and without infill walls were examined by nonlinear static analysis. The capacity curves, maximum base shear, initial stiffness, and plastic hinge formation in the structures were evaluated and discussed.

2. METHODOLOGY (METODOLOJİ)

The purpose of this study is to examine the performance of the reinforced concrete frames with and without infill walls under applied lateral loads. For this, reinforced concrete frames with 3, 4, 5, 6, and 7 storey levels, each consisting of 4 and 5 spans, are formed. The height of each floor is taken as 3 m and each span interval is 5 m. For these created reinforced concrete frames, infill walls with four different thicknesses ($t_w = 10$ cm, $t_w = 15$ cm, $t_w = 20$ cm, $t_w = 25$ cm) were modeled. Additionally, different arrangements of these infill walls such as full infill frame (FIF), full infill frame with soft story (FI-SSF), exterior bay infill frame (EBIF), and exterior bay infill frame with soft story (EBI-SSF) on the reinforced concrete frames were created, as shown on an example frame in Figure 3. The nonlinear static analysis was conducted on all frame models (totally 170 frame models with and without infill walls) using the SAP2000 program.

The concrete grade used in this study is C30/37, and the reinforcement steel is S420. The vertical load applied to the frames are 12 kN/m for dead load and 8.5 kN/m for live load. The column sections used in the frames are 60x60 cm, 55x55 cm, 45x45 cm, and 30x30 cm which varied over the elevation of the frames. All beam sections of the frames are 30x60 cm. The typical code designed frames are used. Columns and beams were modeled as frame elements. For the nonlinear static or the pushover analysis, the analytical models of the frames were developed by taking into account lumped plasticity modelling approach. The frames were subjected to gradually increasing lateral loads which were determined based on the first mode of vibration behavior of the frames. For the lumped plasticity modelling, the columns hinges based on axial load moment interaction behavior (PMM), the beam hinges based on the moment (M3), the infill walls hinges based on the axial load (P) were utilized. Furthermore, in the lumped plasticity approach, the plastic hinges were assigned to the both ends of the column and beam members outside the beam column connection rigid zone. In modelling of the hinges formed in the infill walls, a macro-model approach was adopted, and the infill walls were modeled as equivalent diagonal strut, as seen in Figure 4. The plastic hinges were defined at the midpoint of each equivalent diagonal strut member, for modelling the nonlinear behavior of the infill wall panels.

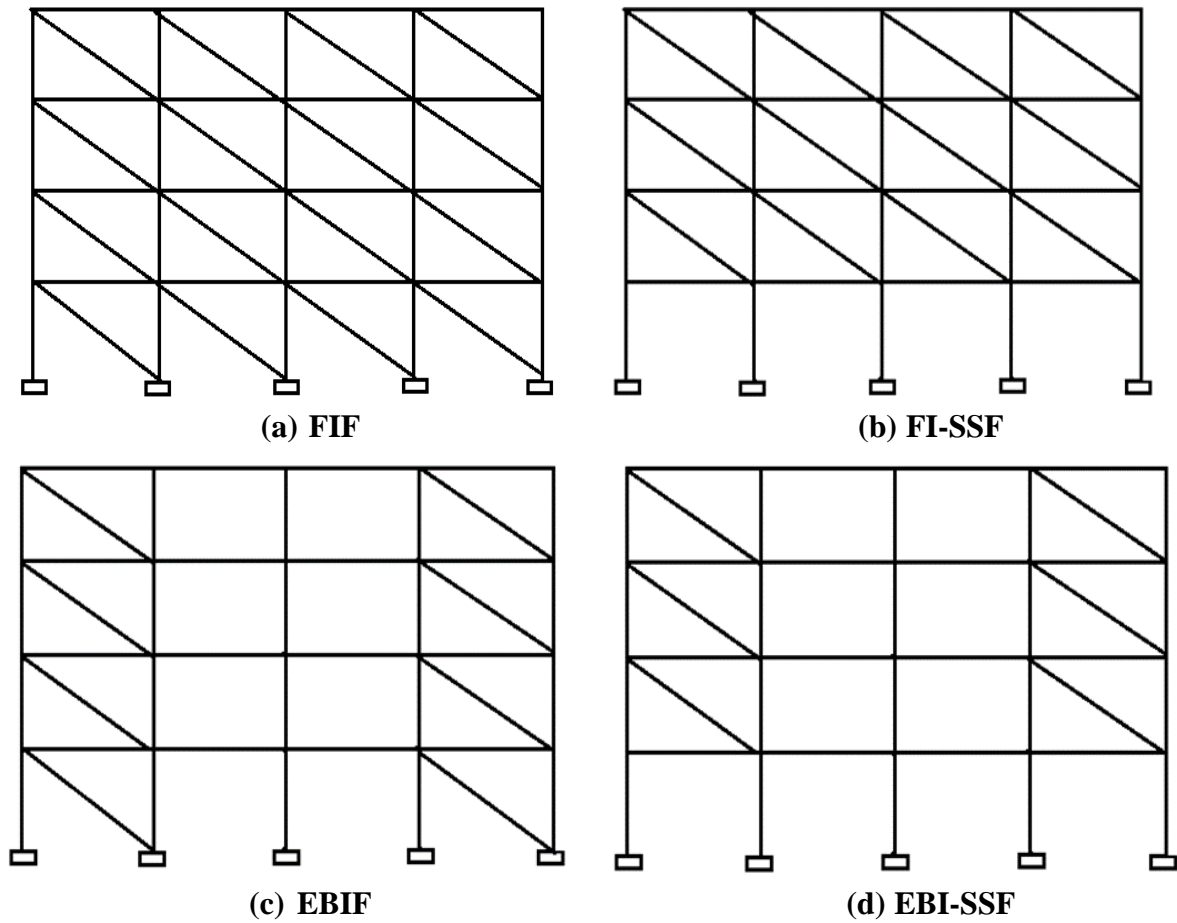


Figure 3. An example model of different arrangements of infill walls for 4 storey-4 bay frames

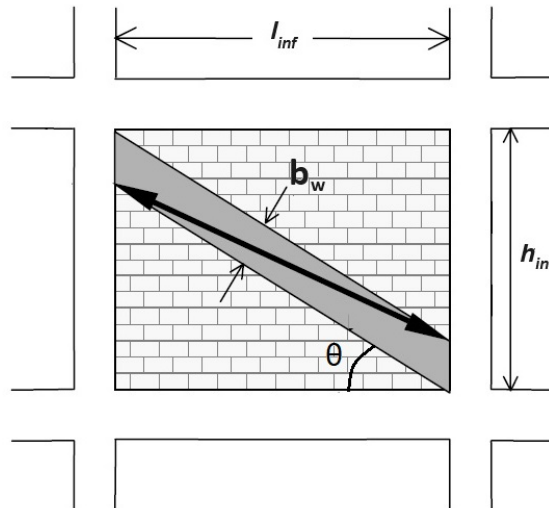


Figure 4. Strut placement in the frame model [18]

In the literature, it is known that one, two, or multiple numbered struts can be used to model infill walls. Infill wall width is one of the important parameters considered in the literature. It can be seen that many researchers have developed different formulas for infill wall width. In this study, for infill wall width (b_w), the equation (1) suggested by FEMA (1998) [19] was considered.

$$b_w = 0.175d(\lambda_h H_w)^{-0.4} \tag{1}$$

Here, d is the diagonal length of strut for modelling infill panel, H_w is the height of the column determined between the center of the beams, λ_h is a unitless factor for representing the relative stiffness of the infill wall to the frame which is dependent on height of infill panel, modulus of elasticity of frame material and infill material, moment of inertia of the column, thickness of the infill wall and the slope of the equivalent strut. One of the properties that need to be considered in infill walls is their mechanical properties. In this study, the mechanical properties of the infill walls were obtained from the experimental studies conducted by some previous researches [20, 21]. Accordingly, elastic modulus, shear modulus, and tensile strength of the infill wall are as follows: $E_w=1495$ MPa, $G_w=598$ MPa, and $f_{tp}=0.36$ MPa. Among various studies available in the literature to determine the strength and stiffness of the infill wall, the study of Panagiotakos and Fardis [22] is used. In the study of Panagiotakos and Fardis [22], the force displacement graph which is based on the initial shear stiffness of the infill wall (K_1), yielding force corresponds to crack initiation in the infill panel (F_y), displacement corresponds to yield force (S_y), equivalent strut's axial stiffness (K_2), peak force carried by the infill panel (F_m), the displacement corresponds to peak force (S_m), residual force that can be carried by the infill (F_r), the displacement corresponds to residual force (S_r), are obtained as given below (Eqns 2-9).

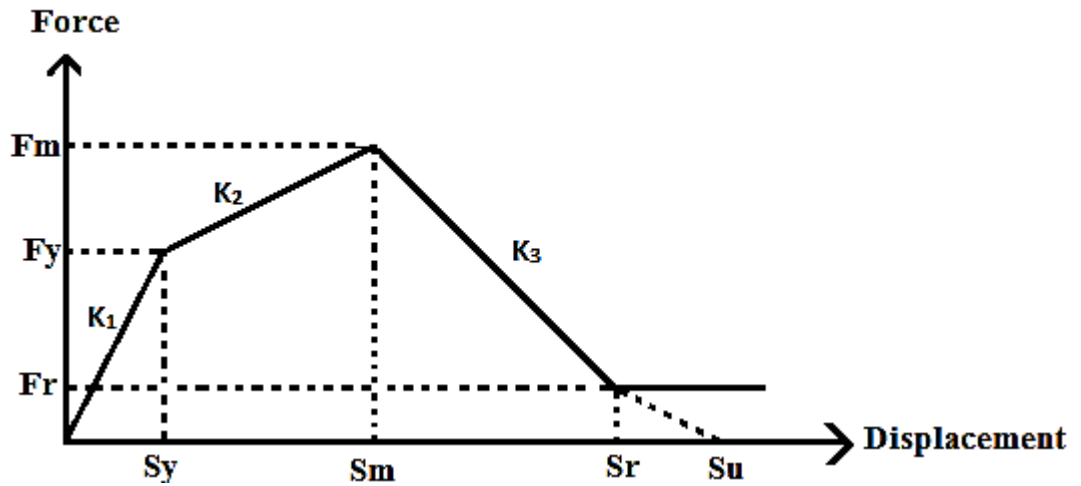


Figure 5. Force-displacement curve for equivalent strut model suggested by [22]

Initial shear stiffness K_1 of the un-cracked panel:

$$K_1 = \frac{G_w t_w L_w}{H_w} \quad (2)$$

Yielding Force F_y corresponding to the first cracking of the panel:

$$F_y = f_{tp} t_w L_w \quad (3)$$

Displacement at the yielding point, S_y

$$S_y = \frac{F_y}{K_1} \quad (4)$$

Axial stiffness K_2 of the equivalent strut:

$$K_2 = \frac{E_m b_w t_w}{d} \quad (5)$$

Displacement at the maximum force point, S_m :

$$S_m = S_y + \frac{F_m - F_y}{K_2} \quad (6)$$

Assuming the ratio between the yield force and maximum force:

$$\frac{F_y}{F_m} = 0.6 \quad (7)$$

F_r , residual force:

$$F_r = 0 \quad (8)$$

The proportion of the last displacement to the maximum displacement:

$$\frac{S_r}{S_m} = 5 \quad (9)$$

In these equations G_w , f_{tp} and L_w are the shear modulus, tensile strength and length of the infill panel, respectively.

4. RESULTS AND DISCUSSION (SONUÇLAR VE TARTIŞMA)

The lateral behavior of the bare frames (BFs) and the frames with four different infill wall arrangements (full infill frame (FIF), full infill frame with soft story (FI-SSF), exterior bay infill frame (EBIF), and exterior bay infill frame with soft story (EBI-SSF)) and four different infill wall thicknesses (t_w) of 10, 15, 20 and to 25 cm are analyzed. In Figure 6, the load carrying capacity curves of 4 story-4 and 5 bay frames with and without infill walls are illustrated. As seen in Figure 6, the existence of infill walls in the structures increases both the strength and stiffness values. Moreover, it is observed that as the thickness of infill wall increases, the structures exhibit greater stiffness and strength. For example, the bare frame's maximum base shear is roughly 616 kN considering 4 story-4 bay frames, whilst the maximum base shear of the full infilled frame having 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm wall thickness are obtained as approximately 1862 kN, 2324 kN, 2850 kN, 3364 kN, respectively. Besides, for the infill frame which has 10 cm infill wall thickness, the capacity of lateral load carrying is measured as roughly 3.0 times greater than that of the bare frame. For the infill frame which has 15 cm infill wall thickness, the capacity of lateral load carrying is roughly 3.8 times greater than that of the bare frame. For the infill frame which has 20 cm infill wall thickness, the capacity of lateral load carrying is about 4.6 times higher than that of the bare frame. On the other hand, for the infill frame having 25 cm infill wall thickness, the capacity of lateral load carrying is observed as 5.5 times greater than that of the bare frame. These findings could be associated with the increase in area of contact between the reinforced concrete frames and infill wall. Additionally, higher strength and stiffness values are observed with the increment in the number of bays of the frames. The stiffness of the frame diminishes as the number of infill walls decreases. In all graphs, FIF shows greater stiffness and strength compared to the bare frames and the frames with different arrangements of infill walls. Because of the soft story, FI-SSF has less strength than FIF. The strength of EBIF is greater than that of the EBI-SSF, and similarly FIF is greater than that of FI-SSF.

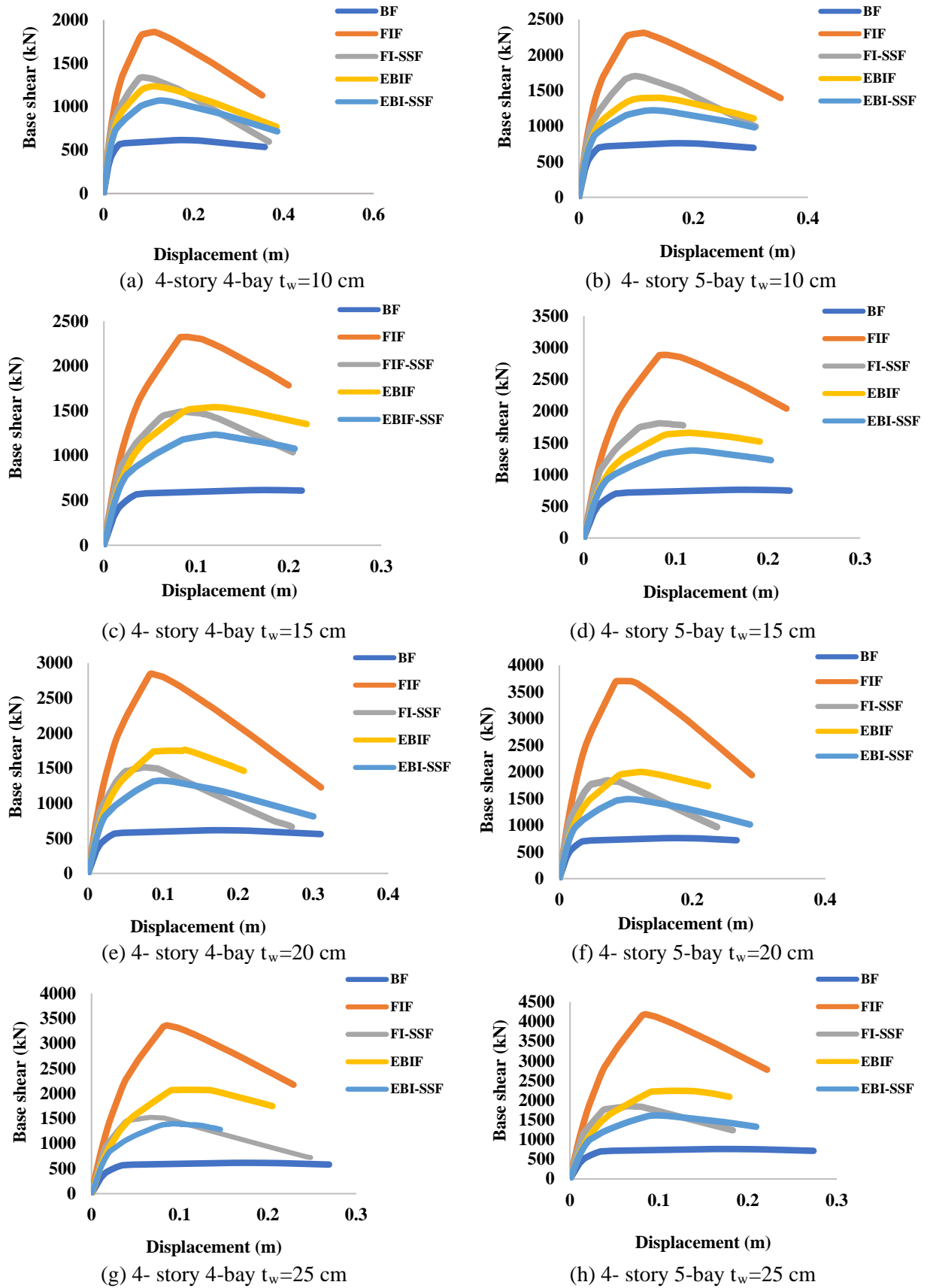
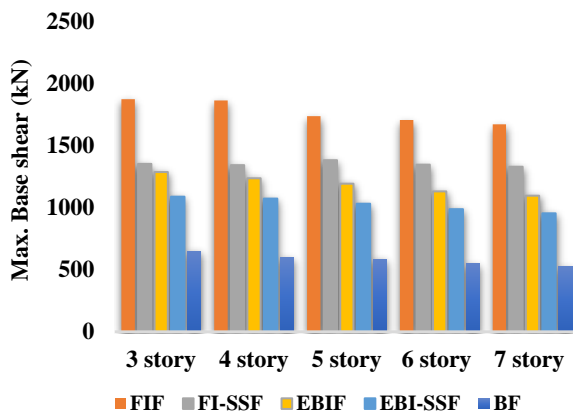
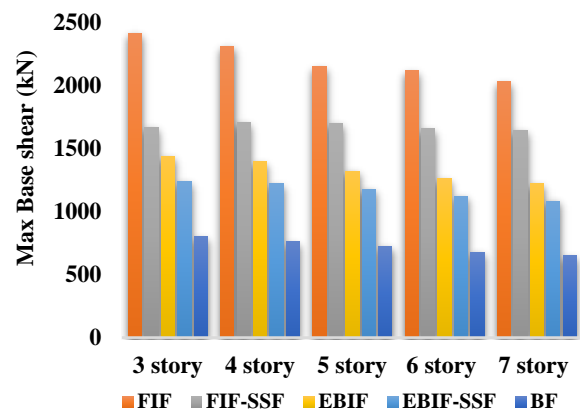


Figure 6. Comparison of the lateral load carrying capacity curves of 4 story frames with and without infill walls

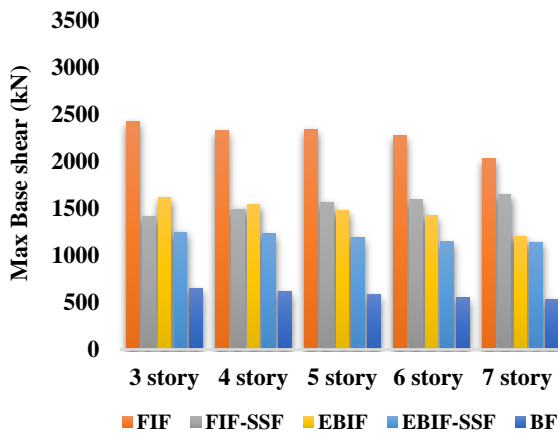
In Figure 7, the maximum base shear variation of 3, 4, 5, 6, and 7 story bare frames with 4 and 5 bays and those with infill walls having various properties are given. It is pointed out that as the thickness of infill wall increases, the maximum base shear values has a tendency to rise. This increment is more noticeable for the case of FIF. Additionally, as number of bays of frames increases the maximum base shear values increase due to the improved resistance to larger lateral stresses and this difference is more evident for the FIF. For instance, for the full-infilled frame with 10 cm infill panel thickness, the maximum base shear for 4 story-4 bay frame is roughly 1862 kN while for 4 story-5 bay frame is about 2313 kN. For the full-infilled frame with 15 cm infill panel thickness, the maximum base shear for 4 story-4 bay frame is nearly 2324 kN while for 4 story-5 bay frame it is almost 2889 kN. For the full-infilled frame with 20 cm infill panel thickness, the maximum base shear for 4 story-4 bay frame is about 2850 kN while for 4 story-5 bay frame is obtained as 3706 kN. Moreover, for the full-infilled frame with 25 cm infill panel thickness, the maximum base shear for 4 story-4 bay frame is calculated as 3364 kN while for 4 story-5 bay frame is roughly 4189 kN. In all cases, the maximum base shear values of FI-SSF and EBIF generally give close results. Furthermore, as the number of stories increases, the maximum base shear values mostly tend to decrease.



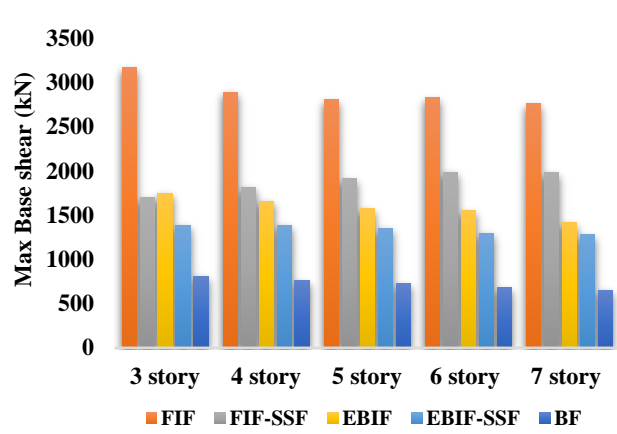
(a) Frames with 4 bay and $t_w=10$ cm



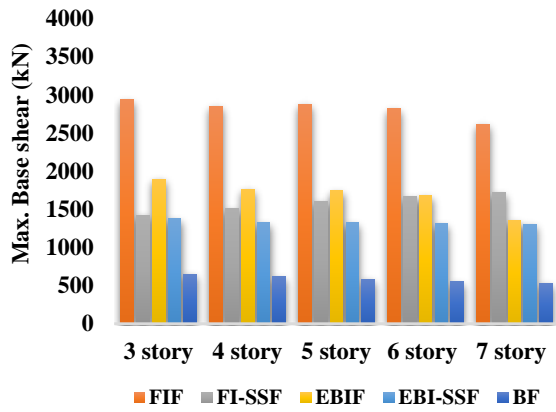
(b) Frames with 5 bay and $t_w=10$ cm



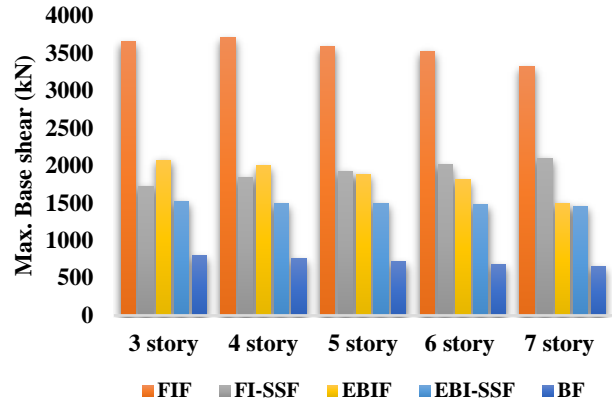
(c) Frames with 4 bay and $t_w=15$ cm



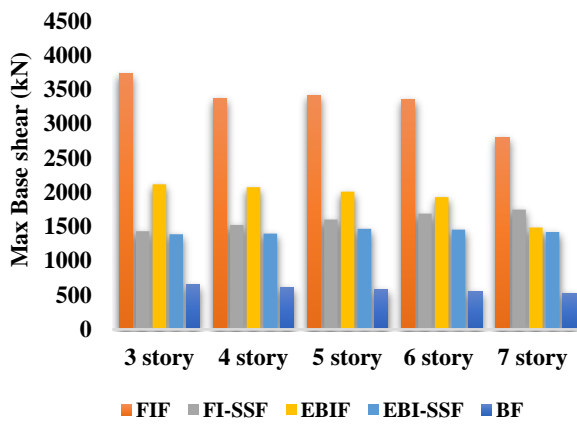
(d) Frames with 5 bay and $t_w=15$ cm



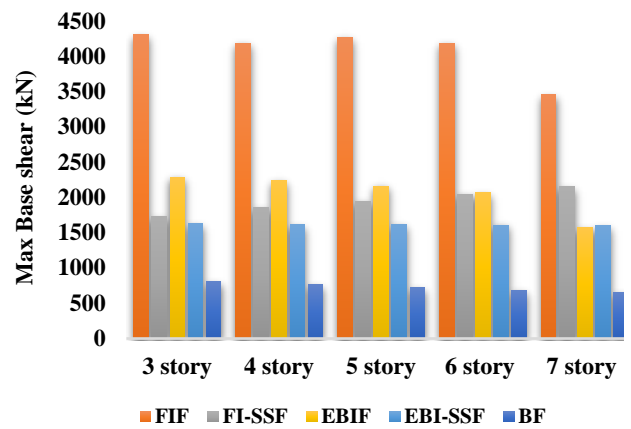
(e) Frames with 4 bay and $t_w=20$ cm



(f) Frames with 5 bay and $t_w=20$ cm



(g) Frames with 4 bay and $t_w=25$ cm



(h) Frames with 5 bay and $t_w=25$ cm

Figure 7. Maximum base shear variation for 3, 4, 5, 6, and 7 story frames with and without infill walls

As seen in Figure 8, as the thickness of infill wall increases the initial stiffness values also increase. This increase is more obvious for the FIF. For instance, the full infilled frame's initial stiffness values for with 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm infill wall thickness is approximately 49660 kN/m, 63417 kN/m, 73235 kN/m, and 82870 kN/m, respectively, considering 4 story-4 bay frames. Furthermore, as the number of bays of frames rises the initial stiffness values increases and this increment is more obvious for the FIF. For instance, the full infilled frame's initial stiffness values for with 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm infill wall thickness is evaluated as 61719 kN/m, 79104 kN/m, 82313 kN/m, and 103545 kN/m, respectively, considering 4 story-5 bay frames. In most cases, as the number of infill panels decrease, the initial stiffness values also decrease. In addition, as the number of stories decreases, the initial stiffness values also decrease. On the other hand, the period of the frames is also affected by the existence of the infill panels, for example, in the study of Koçak and Yıldırım [23], it is pointed out that the infilled building's periods are less than that of the bare building about 10-40 %, based on the wall ratio.

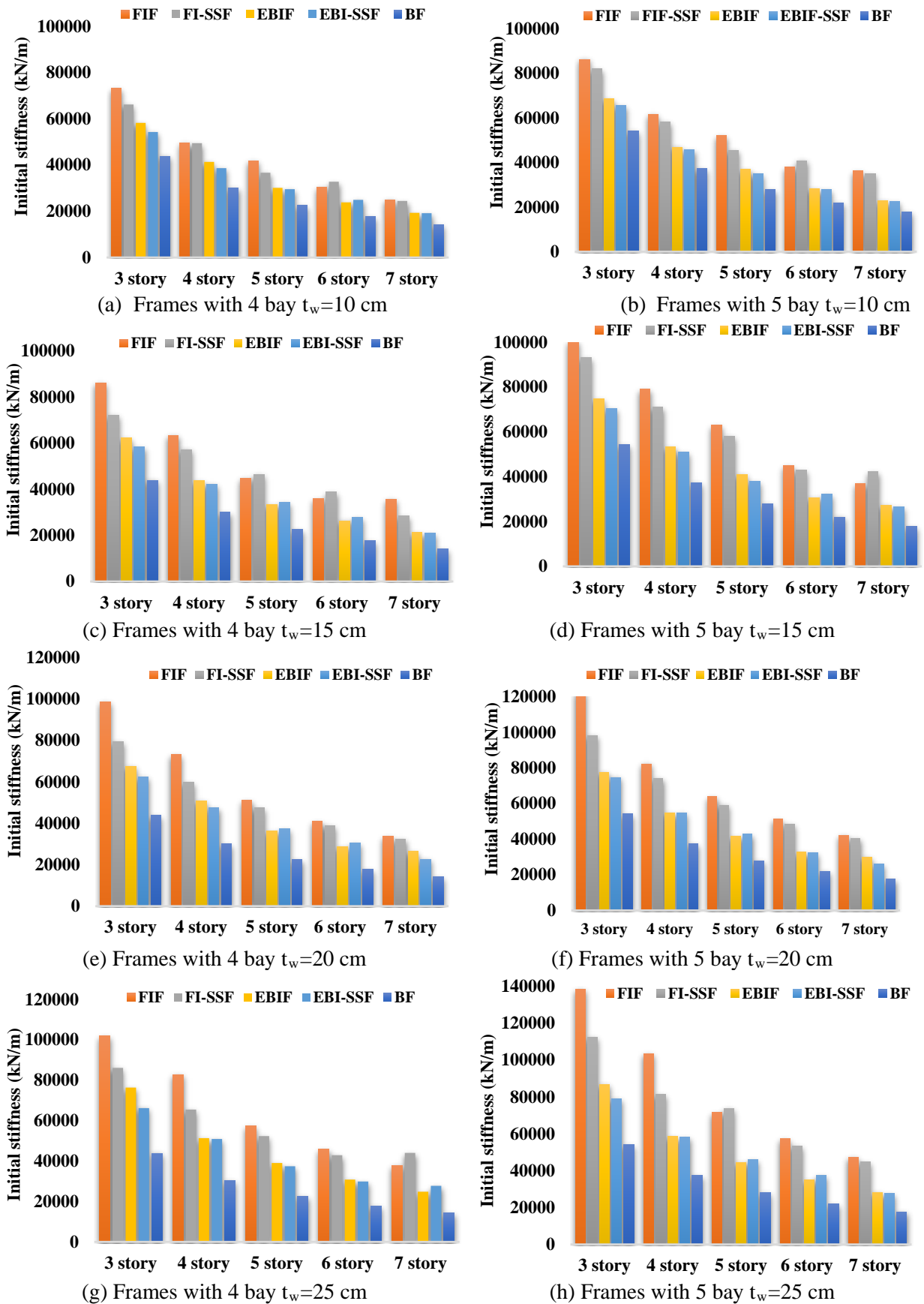


Figure 8. Initial stiffness variation for 3, 4, 5, 6, and 7 story frames with and without infill walls

The plastic hinge formation of 3 story-4 bay bare frame and infilled frames having wall thickness of 25 cm at the failure points are illustrated in Figure 9. As shown in Figure 9, a plastic hinge does not form on the columns of the second and third stories in the bare frame, however, at the columns on the first floor and all of the beams the plastic hinges have occurred. In the case of the frames, namely FIF and EBIF, with the contribution of the infill walls, it is observed that especially at the last floors the rotation demand is less than that of the bare frame. However, in the case of the soft story frames, namely FI-SSF and EBI-SSF, the first-floor columns failed.

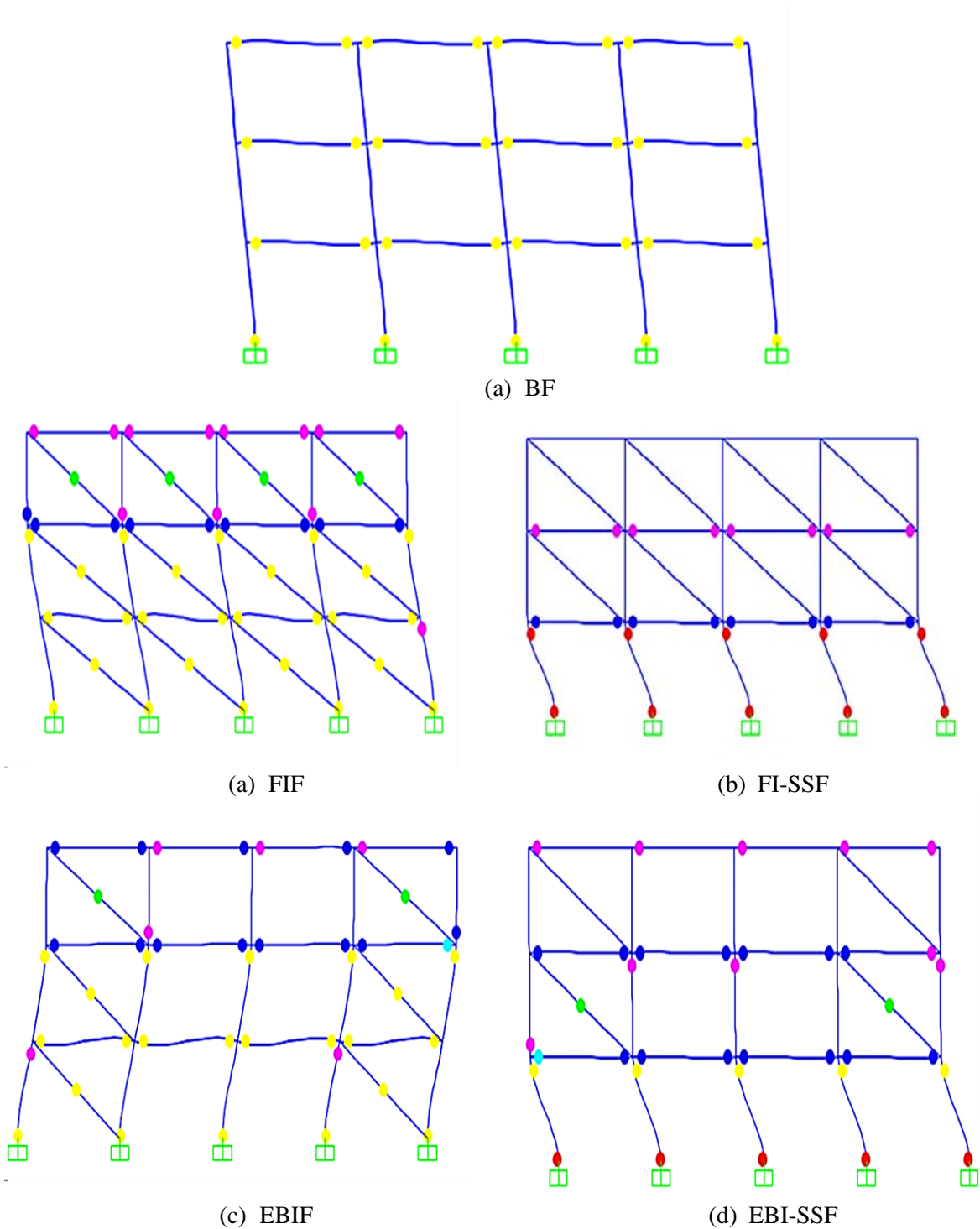


Figure 9. Plastic hinge distribution of 3 story-4 bay bare frame and infilled frames with $t_w=25$ cm at failure

5. CONCLUSIONS (SONUÇLAR)

In accordance with the evaluations and findings mentioned above, the following conclusions could be made;

- The analysis of the results indicates that the inclusion of the infill walls in modelling provide reinforced concrete frames more strength and stiffness than the bare frame, irrespective of the infill wall thicknesses considered in this study.
- The arrangement of the infill walls over the frame elevation has considerable effect on the seismic response of the case study structures. Among the cases with infill walls, full infilled frame has the highest lateral load carrying capacity and stiffness. The worst case is observed for the exterior bay infill frame with soft story having the lowest lateral load capacity and stiffness. On the other hand, when the thickness of infill wall rises from 10 cm to 25 cm, the lateral load carrying capacity of all frame types increases because of the wall contribution.
- Mainly for the infill wall frames with soft story, the plastic hinge distribution for the first story columns become worse and they reach the failure state. Similarly, their strength and stiffness is lower than that without soft story.

REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] A. Dukuze, Behaviour of reinforced concrete frames infilled with brick masonry panels, Ph.D. Thesis, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2002.
- [2] A. E. Fiorato, An investigation of the interaction of reinforced concrete frames with masonry filler walls, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1971.
- [3] K. A. Korkmaz, F. Demir, M. Sivri, Earthquake assessment of R/C structures with masonry infill walls, *International Journal of Science & Technology*, 2: 2 (2007) 155–164.
- [4] F. J. Crisafulli, A. J. Carr, R. Park, Analytical modelling of infilled frame structures: A general review, *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 33: 1 (2000) Art. no:1.
- [5] O. Onat, B. Panto, Parametric nonlinear static analysis of a RC structure with TLCW exposed to bidirectional earthquake load by using different modelling methodologies, *Journal of Building Engineering*, 44 (2021), 103395
- [6] O. Onat, A.A. Correia, P. B. Lourenço, A. Koçak, Assessment of the combined in-plane and out-of-plane behavior of brick infill walls within reinforced concrete frames under seismic loading, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 47 (2018) 2821-2839.
- [7] D. M. Samoilă, Analytical modelling of masonry infills, *Moment*, 1000: 2 (2012) 1–10.
- [8] F. J. Crisafulli, A. J. Carr, Proposed macro-model for the analysis of infilled frame structures, *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 40:2 (2007) Art. no: 2.
- [9] S. V. Polyakov, *Masonry in framed buildings: An investigation into the strength and stiffness of masonry infilling*, Translation into English by GL Cairns, Moscow, 1956.
- [10] K. H. Abdelkareem, F. K. Abdel Sayed, M. H. Ahmed, N. AL-Mekhlafy, Equivalent strut width for modeling R.C. infilled frames, *Journal of Engineering Sciences*, 41: 3 (2013) 851–866.
- [11] H. B. Kaushik, D. C. Rai, and S. K. Jain, A rational approach to analytical modeling of masonry infills in reinforced concrete frame buildings, in the 14th World Conference on Earthquake Engineering, (2008) 12–17.

- [12] A. J. Ockleston, Load tests on a three storey reinforced concrete building in Johannesburg, *The Structural Engineer*, 33 (1955) 304–322.
- [13] F. G. Thomas, The strength of brickwork, *The Structural Engineer*, 31: 2 (1953) 35–46.
- [14] Y. P. Yuen, J. S. Kuang, Nonlinear seismic responses and lateral force transfer mechanisms of RC frames with different infill configurations, *Engineering Structures*, 91 (2015) 125–140.
- [15] O. Ozturkoglu, T. Ucar, Y. Yesilce, Effect of masonry infill walls with openings on nonlinear response of reinforced concrete frames, *Earthquakes and Structures*, 12: 3 (2017) 333–347.
- [16] B. S. Smith, ‘Methods for predicting the lateral stiffness and strength of multi-storey infilled frames’, *Building Science*, 2:3 (1967) 247–257.
- [17] M. Dolšek, P. Fajfar, The effect of masonry infills on the seismic response of a four-storey reinforced concrete frame — a deterministic assessment, *Engineering Structures*, 30: 7 (2008) 1991–2001.
- [18] G. K. Al-Chaar, Evaluating strength and stiffness of unreinforced masonry infill structures, US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, 2002.
- [19] FEMA 306, Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings: Basic Procedures Manual, 2023.
- [20] G. Porco, G. Uva, F. Porco, Reliability analysis for nonstandard masonry systems under seismic loading, in the 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, BC, Canada, August 1-6 2004.
- [21] G. Uva, D. Raffaele, F. Porco, A. Fiore, On the role of equivalent strut models in the seismic assessment of infilled RC buildings, *Engineering Structures*, 42 (2012) 83–94.
- [22] T. B. Panagiotakos, M. N. Fardis, Seismic response of infilled RC frames structures, 11th World Conference on Earthquake Engineering, 1996
- [23] A. Koçak, M. K. Yıldırım, Effects of infill wall ratio on the period of reinforced concrete framed buildings, *Advances in Structural Engineering*, 14:5 (2011) 731-743.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Çevrimiçi Sosyal Ağlarda Spam Hesap Tespiti

Spam Account Detection in Online Social Networks

Yazar(lar) (Author(s)): Esmâ Elma¹, Nagehan İLHAN²

¹ ORIC ID: 0009-0009-1715-8342

² ORIC ID: 0000-0002-1367-9230

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Elma E., İlhan N., “Çevrimiçi Sosyal Ağlarda Spam Hesap Tespiti”, **Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi**, 9(2): 71-89, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1442237



Çevrimiçi Sosyal Ağlarda Spam Hesap Tespiti

Esmâ ELMA^{1,*}, Nagehan İLHAN²

^{1,2}Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 63050, Haliliye/Şanlıurfa

Öz

Makale Bilgisi

Başvuru:24/02/2024

Kabul:30/08/2024

Anahtar Kelimeler

Sosyal Medya,
Çevrimiçi Sosyal Ağlar,
Instagram

Keywords

Social Media, Online Social
Networks, Instagram

Yeni iletişim teknolojilerinin ortaya çıkışı, bireylerin haber ve bilgiye erişim biçimlerinde derin bir dönüşüme yol açmıştır. Sosyal ağlar bir konuda haber ve bilgi kaynağı olarak en çok öne çıkan ortamlardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle, sosyal medya olgusunu güvenilirlik kavramı bağlamında incelemek zorunludur. Sosyal ağlarda takipçi sayısı bir başarı göstergesi olarak algılanmaktadır. Ancak, sahte hesaplar kendi gibi sahte takipçileri satın alarak kendi kimliğini gizleyebilmekte ve yanlış bilgileri rahatlıkla paylaşabilmektedir. Çalışmamızın amacı sahte hesapları tespit ederek sosyal ağların daha güvenilir hale gelmesini sağlamaktır. Bu çalışmada Instagram verileri üzerinde Rastgele Orman (Random Forest), Ekstra Ağaçlar (Extra Trees), Gradyan Arttırma (Gradient Boosting), Karar Ağacı (Decision Tree), AdaBoost (AdaptiveBoosting) gibi ağaç yapısına sahip algoritmalar kullanılmıştır. Algoritmalarımızın doğruluk oranları sırasıyla %90, %91, %91, %82, %89 olarak elde edilmiştir. Ayrıca, tekil olarak başarımları ölçülen algoritmaların performansını artırmak için tüm kullanılan algoritmaları "birleştiren" yeni bir entegre yaklaşımımız olan VotingClassifier ve StackingClassifier algoritmaları uygulanmış, eğitim ve test verilerimiz için %91 doğruluk elde edilmiştir. Ayrıca, bir arayüz ile sunulan modelin son kullanıcı tarafından test edilebilmesi sağlanmıştır.

Spam Account Detection in Online Social Networks

Abstract

The emergence of new communication technologies has led to a profound transformation in the way individuals access news and information. Social networks have become one of the most prominent media as a source of news and information. Therefore, it is imperative to analyse the social media phenomenon in the context of the concept of reliability. The number of followers in social networks is perceived as an indicator of success. However, fake accounts can hide their identity by buying fake followers like themselves and can easily share false information. The aim of our study is to make social networks more reliable by detecting fake accounts. In this study, algorithms with tree structure such as Random Forest, Extra Trees, Gradient Boosting, Decision Tree, AdaBoosting and AdaptiveBoosting were used on Instagram data. The accuracy rates of our algorithms are 90%, 91%, 91%, 91%, 82%, 89% respectively. In addition, in order to improve the performance of the algorithms whose performance was measured individually, a new integrated approach, VotingClassifier and StackingClassifier algorithms, which 'combine' all the algorithms used, were applied and 91% accuracy was obtained for our training and test data. In addition, an interface was provided to allow end-user testing of the presented model.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

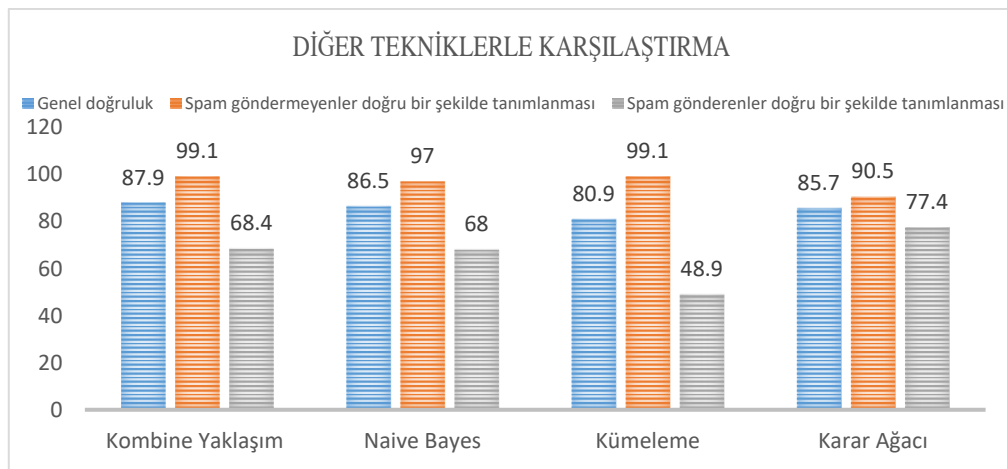
Teknolojinin gelişimi ile zamandan ve mekândan bağımsız internet yaygın halde kullanılmaya başlanmıştır. İnternet kullanımının artması ile insanların kendi içeriklerini başkalarıyla paylaşım etkileşim içerisine girmesi için çevrimiçi sosyal ağlar oluşturulmuştur. Sosyal Ağlar insanların vakitlerinin büyük bir kısmını geçirdikleri mecralar haline gelmiştir. Şimdiki nesilde, herkesin sosyal hayatı çevrimiçi sosyal ağlarla ilişkilendirilir hale geldi. Sosyal ağlar (Orbit Showtime Network veya kısaca OSN'ler), insanların etkileşime girdikleri yararlı bilgiler paylaştıkları ve iletişim kurduğu bir platformlar olarak büyük önem kazanmaktadır. Eski dönemlerde gazete, dergi, televizyon gibi

*İletişim yazarı, e-mail:esma.elma15@gmail.com

geleneksel yöntemlerle reklam uygulamaları yayınlanmaktayken, günümüzde çevrimiçi sosyal ağların yayılması ile reklam işlemleri yeni bir biçim kazanmıştır. Bu nedenle haber ajansları için sosyal medya üzerinden bilgi edinmek kolay ve avantajlı gelmektedir. Dünyadaki tüm haberlere anında ulaşabilmeyi sağlamaktadır. İş açısından bakıldığında, bu platformlar hem devlet hem de ticari kurumlara pazarlama, müşteri davranış analizi ve fikir madenciliği için etkili yollar sunar.

Geçtiğimiz yıllarda, ABD'deki bazı bankalar ve finans kurumları, krediyi vermeden önce kredi başvuru sahiplerinin sosyal medya hesaplarını analiz etmeye karar verdi. Bu nedenle, popüler bir hesaba sahip olmak, başvuru sahibinin kredibilitesini ve güvenilirliğini etkili bir şekilde artırmaya yardımcı olabilir. Bu nedenle, bir spam gönderici sahte takipçileri kabul ederse, meşru bir kullanıcı olarak etkili bir şekilde hareket edebilir ve daha yetkili mesajlar gönderebilir böylece çeşitli etkili reklam kampanyaları başlatabilir [1]. Tüm bu özellikler, sosyal ağları kullanmayı herkesin ilk tercihi haline getirdi. Sosyal ağlarda şu an kayıtlı 150 milyondan fazla kullanıcı hesabı bulunmaktadır. Ancak, muhteşem özellikleri olan sosyal ağlar, sahte ve gerçek hesapların bulunduğu bir pazar haline geldi [2]. Sosyal ağların bir parçası olan Instagram'da kitleler arasında bu kadar popüler hale gelmesine rağmen, burayı daha güvenli ve özgün hale getirmek için çok az araştırma yapıldı. Kötü amaçlı kişiler tarafından yanlış bilgilendirme, söylentiler, sahte haberler vb. gibi spam içerikler yayılmaya başlandı. Spam içerik ve mesajlardan edinilen bilgilerin yanlışlığı bu ağları kullananların güvenliği açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Spam hesap ve içeriklerin artmasıyla sosyal medya platformları, tüm kullanıcıların tek tek incelenmesi mümkün olmadığı için, spam gönderileri azaltmak amacıyla veri madenciliği yöntemlerine başvurarak sahte takipçi temizleme işlemi yapmaktadır. Bu süreç boyunca yüksek sayılarda sahte hesap temizliği sağlanmış olsa da sonuç olarak ne kadar başarıya ulaştıkları hakkında genel bir bilgi bulunmamaktadır.

Literatür incelendiğinde, yaygın olarak Twitter verilerinin ele alındığı ve hazır veri setleri üzerinde işlemler yapıldığı görülmektedir. Twitter üzerinde yapılan bir çalışmada Fabricio Benevenuto ve ark. tarafından elde edilen veri kümesi kullanılmıştır. Veri seti 1064 Twitter kullanıcısının etiketli kaydından oluşmaktadır. Veri kümesi, kullanıcıya ve tweet'e özgü bilgileri içeren 62 özellikten oluşur. Veri kümesinin %36'sı spam hesaplardan oluşmaktadır. Takip ve takipçi sayısı, URL, spam kelimeler, cevaplar, hashtag'ler ele alınarak işlem yapılmıştır. Çalışmada öğrenme algoritmaları olarak Naive Bayes, kümeleme ve karar ağaçları kullanılmıştır. Her ne kadar bu yaklaşımların her biri kullanıcı hesaplarını sınıflandırmak için kullanılabilir olsa da, doğruluğu artırmak için bu yaklaşımlar çalışmada entegre olarak birleştirilmiştir. Önerilen algoritmanın, bir hesabı %87,9 doğrulukla spam veya spam olmayan olarak başarılı bir şekilde tanımlayabildiği açıktır [3]. Çalışma sonucunda dört öğrenme yaklaşımı kullanılarak Spam Tespitindeki iyileşmelerin karşılaştırılması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Dört öğrenme yaklaşımı kullanılarak spam tespitindeki iyileşmelerin karşılaştırılması [3]

Bu algoritmanın spam göndermeyenlerin tespit doğruluğunun (%99,1), spam gönderenlerin tespit doğruluğuna (%68,4) kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlarda ise, Kümeleme algoritmasının spam olmayan hesapları tespit etmede daha iyi performans gösterdiği, ancak spam hesaplarını tespit etmede çok zayıf olduğu gösterilmiştir [3].

Başka bir çalışmada ise Twitter'daki spam botlarını tanımlamak için Karar Ağacı, Sinir Ağı, Destek Vektör Makineleri ve K-en Yakın Komşular gibi farklı sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır. Bu algoritmalar arasında, Bayes sınıflandırıcı birkaç nedenden dolayı en iyi performansa sahip olduğu tespit edilmiştir [4]. İlk olarak, Bayes sınıflandırıcının gürültüye karşı dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir. Bayes sınıflandırıcının daha iyi bir performansa sahip olmasının bir başka nedeni ise, sınıf etiketinin kullanıcının özel modeline göre tahmin edilmesinden kaynaklanmaktadır. Veri kümesi olarak, 3 Ocak-24 Ocak 2010 tarihleri arasında 3 hafta boyunca veri toplanmış, halka açık verilerden toplam 25.847 kullanıcı, yaklaşık 500 bin Tweet ve yaklaşık 49 milyon takipçi/arkadaş ilişkisi elde edilmiştir. Sonuç olarak Naive Bayes sınıflandırıcısının, diğer algoritmalara kıyasla en iyi genel performansa sahip olduğu gözlemlenmiştir [4].

Farklı bir çalışmada beş adet denetimli makine öğrenme tekniği olan Rastgele Orman, Sinir Ağı, Lojistik Regresyon, Naive Bayes ve J48 Karar Ağacı kullanılmıştır. Bu yöntemlerin çoğu araştırmada en iyi doğruluğu sağladığı gözlemlenmiştir. Önerilen model, %91,76'ya kadar doğruluk oranıyla sahte kullanıcıları ortadan kaldırmaya ve daha sağlıklı bir sosyal medya ortamı oluşturmaya yardımcı olmuştur. Instagram'ı ele alan çalışmalarda kullanılan mevcut meta veriler kullanıcı adı, tam ad, biyografi, bağlantı, profil resmi, mesaj sayısı, takipler, takipçilerdir [5].

Bir başka çalışmada Instagram'daki sahte, bot ve gerçek hesapları makine öğrenmesi algoritmasıyla tespit etmek amaçlanmıştır. Instagram'dan 970 bot hesap, 959 gerçek hesap verileri kullanılmıştır. KNN, MLP, NB, SVM, DT ve RF metodları kullanılmıştır. Rastgele Orman yöntemi %90,2 ile en yüksek doğruluk değerini vermiştir ve diğer sınıflandırıcılardan daha iyi performansa sahip olduğu gözlemlenmiştir [6].

Diğer bir çalışmada ise Facebook verileri RapidMiner'da (makine öğrenmesi, veri madenciliği amaçlarına yönelik olarak geliştirilmiş bir yazılım) incelenmiştir. Veri kümesi 889 satır ve 23 sütun içermektedir. Naive Bayes, Karar Ağacı ve Lojistik Regresyon kullanarak, genellikle lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin sahte veya gerçek hesaplar hakkında tahminleri ele alınmıştır. Naive Bayes %51 doğruluk sağlarken, Lojistik Regresyon %91 doğruluk ve Karar Ağacı'nın %36 doğruluk sağladığı gözlemlenmiştir [7].

Instagram üzerinde yapılan bir çalışmada Kaggle platformunda oluşturulan veri seti ele alınmıştır. Veri seti 576 eğitim 120 test verilerinden oluşmaktadır. Lojistik Regresyon ve Rastgele Orman öğrenme algoritmaları sahte hesap tespiti için kullanılmıştır. Veri setinde aynı olan değerlerin ortalaması hesaplanarak ortancası aldıktan sonra, tüm aynı değerlerin hesaplanan ortanca değeri ile değiştirme işlemi yapılarak aynı değerle de temizlenme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, Lojistik Regresyon ve Rastgele Orman modellerinde sırasıyla %90,8 ve %92,5 doğruluk oranları elde edilmiştir [8].

Instagram verilerini ele alan başka çalışmada yedi farklı algoritma kullanılmış; Lojistik Regresyon (LR), Destek Vektör Makinesi (SVM), Naive Bayes (NB), K-en Yakın Komşular (KNN), Karar Ağacı, Rastgele Orman (RF), Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP). Veri setinde 2799 veri ele alınmıştır. Son aya ait verilerdeki ortalama medya beğeni sayısı, son medya sayısı ve medya miktarına ulaşamadığı için bu veriler eksik veri olarak değerlendiriliyordu. Bu çalışmada eksik veriler yerine uygun değerleri kullanılmış. Sınıflandırıcıların başarımını değerlendirmek için doğruluk, F-puanı, kesinlik ve geri çağırma metriklerini kullanılmış. Çalışmada RF sınıflandırıcının bot hesapların %92,8'ini doğru şekilde tanımladığını, bot hesapların %4,4'ünün sahte olarak, %2,8'inin ise gerçek hesap olarak yanlış sınıflandırıldığını gözlemlenmiştir. Tüm hesap türleri içinde RF sınıflandırma başarısı oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Ancak RF sınıflandırıcının gerçek ve sahte hesapları ayırt etmede zorluk yaşadığı söylenebilir [6].

Çalışmaların genelinde, Rastgele Orman'ın sürekli olarak diğer algoritmalarından daha iyi performans gösterdiği ve en yaygın kullanılanı olduğu görülmüştür. Doğru girdiler mevcut olduğunda ve eksik girdi olmadığında, Rastgele Orman harika çalışmaktadır. Yapılan araştırmalara bakıldığında, mevcut çalışmaların çoğunun özellik tabanlı algılama yöntemlerini kullandığı ve Twitter'ı platform olarak kullanan bir sınıflandırıcı modeli önerdiği görülürken, sınırlı sayıda Instagram sahte hesap tespiti çalışması mevcuttur. Bunun nedenlerinden biri, Instagram'dan veri çekmenin Twitter'dan daha karmaşık olmasıdır. Bir diğer neden ise Instagram'ın Twitter'dan 4 yıl sonra kullanıma sunulmasıdır [6].

Çalışmamızda, Instagram platformunda sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle Instagram tercih edilmiştir. Genellikle yüksek başarı oranlarından bahsedilen Rastgele Orman algoritması, entegre yaklaşımımızda başarıyı artırmak için kullanılmıştır. Rastgele Orman algoritmasının yanı sıra, sık tercih edilen K-En Yakın Komşular (KNN), Naive Bayes ve Kümeleme gibi mevcut sistemli algoritmalar yerine, nadiren kullanılan ve yeni yöntemler denendi.

Bu kullanılan algoritmalar, Rastgele Orman'a benzer bir şekilde ağaç yapısı ile çalışan algoritmalar, bu nedenle tüm sonuçlarımızda yüksek başarı elde edilmiştir. Gözlemlerimize göre, bu algoritmaların düşük hatalı hipotezler üretmeye çalıştığını gördük. Tüm algoritmalarımızın sonuçlarında, sahte ve gerçek hesaplar için yüksek doğruluk elde ettik. Ayrıca, diğer çalışmalardan farklı olarak, yüksek başarı oranları elde edilen algoritmaları entegre ederek yeni algoritmalar oluşturduk ve bu algoritmaların arayüzde girilen tüm sahte ve gerçek hesaplar için yüksek doğrulukla sonuç verdiğini gözlemledik.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

2.1. MATERYAL

Veri seti üzerinde yinelenen satırların silinmesi, sürekli ve ikili özelliklerin gösterilmesi, verilerdeki özelliklerin kullanım oranının kontrol edilerek gereksiz özelliklerin bulunması gibi ön işlemler yapıldıktan sonra sınıflandırma algoritmaları ile analiz gerçekleştirilerek çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ön işleme aşamasında kullanılan sürekli özellikler, herhangi bir değer alabilecek gerçek sayılardan oluşan verilerdir (ör. sıcaklık, ağırlık). İkili özellikler ise belirli kategorilerden oluşan verilerdir (ör. cinsiyet, şehir).

2.1.1. Veri Seti

Bu çalışmada Kaggle platformunda bulunan "Instagram fakespammergenuineaccounts" veri seti kullanılmıştır [9]. Veri setindeki yinelenen satırlar silinmiş olup, %30 test ve %70 eğitim olarak iki kısma ayrılmıştır. Train setimiz 574, test setimizde 118 veri noktasından oluşmaktadır. Veri setinde bulunan nitelikler aşağıdaki gibidir ;

- profilepic(profil fotoğrafı) : Profil resminin olup olmadığını gösteren özellik.
- nums/lengthusername (sayılar/kullanıcı adı uzunluğu) : Bir hesabın isminin toplam karakter uzunluğunu gösteren özellik.
- fullnamewords (tam ad sözcükleri) : Hesap sahibinin adına ait kelimelerin toplamını içeren özellik.
- nums/length fullname (sayılar/tam ad uzunluğu) : Kişinin tam adının toplam uzunluğuna oranını belirten özellik.
- name == username (ad ==kullanıcı adı): Kişinin adının kullanıcı adı ile eşleşip eşleşmediğini gösteren özellik.
- descriptionlength (açıklama uzunluğu) : Profil açıklaması özelliği.
- external URL (harici url) : Biyografide harici bir web url adresini gösteren özellik.
- private (özel) : Profilin gizli olup olmadığını gösteren özellik.
- posts (gönderiler) : Hesabın toplam gönderi sayısı.
- followers (takipçiler): Hesabın toplam takipçi sayısı.
- follows (takipler) :Hesabın toplam takip ettiği kişi sayısı.

- fake (sahte): Bir hesabın gerçek veya sahte olduğunu gösteren özellik burada 0 gerçek bir hesabı, 1 ise sahte bir hesabı göstermektedir.

2.2. YÖNTEM

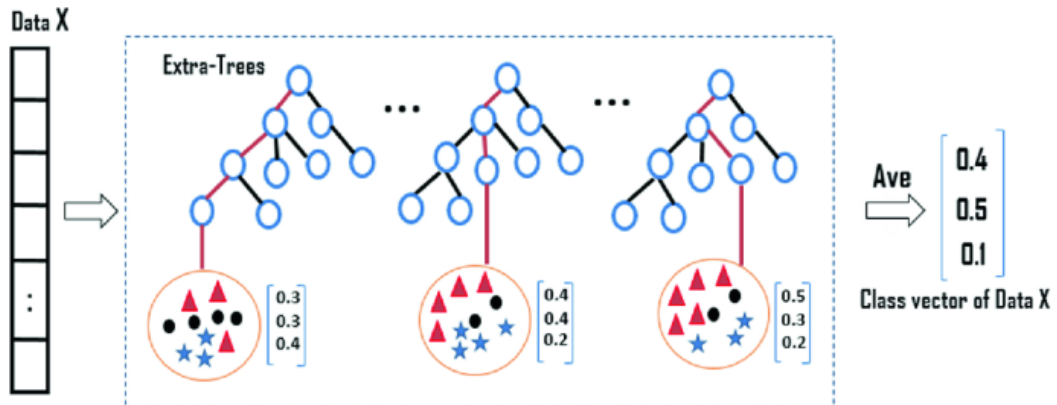
Uygulamaların gerçekleştirilmesinde, Python programlama dili tercih edilmiştir. Kodlama ortamı olarak veri eğitimi Kaggle platformunda tamamlanıp Visual Studio programında da kullanıcı ara yüzü oluşturulup proje bir bütün haline getirilmiştir. Python, Guido van Rossum tarafından ilk sürümü 1991’de ortaya konan genel amaçlı bir programlama dilidir. Diğer dillere göre öğrenim kolaylığı ve geniş kütüphane desteğiyle oldukça yaygın kullanıcı kitlesine ulaşmıştır [10].

Kodlama için kullanılan Kaggle; veri bilimcilerin ve makine öğrenmesi ile ilgilenenlerin kullandığı çevrimiçi bir platformdur. Kaggle, 2010 yılında Anthony Goldbloom ve Jeremy Howard tarafından kurulmuştur. Ardından, 2017’de Google tarafından satın alınmıştır. 8 milyondan fazla kullanıcısı olan Kaggle’ın asıl amacı, veri bilimine önem veren kişileri bir araya getirmek ve onları amaçlarına ulaşmalarını sağlamaktır. Kaggle’ın veri bilimciler tarafından bu kadar popüler olmasının bir nedeni de içerisinde yarışmalara yer vermesidir [11]. Daha sonra ara yüz tasarımı için kullanılan Visual Studio, Microsoft’un geliştirdiği entegre bir geliştirme ortamıdır (IDE). Kod yazmak, düzenlemek, hata ayıklamak ve derlemek ve ardından uygulamanızı dağıtmak için kullanabileceğiniz kapsamlı bir tümleşik geliştirme ortamıdır. Visual Studio, farklı programlama dilleriyle uyumludur ve geniş bir eklenti ve araç yelpazesi sunar [12]. Bu sayede yazılım geliştiricilerin verimliliğini artırmak için birçok özellik sunar.

Çalışmamızda ele alınan Rastgele Orman, Ekstra Ağaçlar, Gradyan Arttırma, Karar Ağacı, AdaBoost gibi ağaç yapısına sahip algoritmaların sınıflandırma yöntemlerine kısaca bakacak olursak;

2.2.1. Ekstra Ağaçlar

Ekstra Ağaçlar (Extra Trees), makine öğrenimi alanında kullanılan bir topluluk öğrenme algoritmasıdır. Karar Ağaçları yöntemine dayalı olan bu algoritma Rastgele Orman yöntemine benzer bir şekilde çalışır. Fakat Rastgele Orman’dan farklı olarak ağaçların oluşturulma şeklinde daha fazla rastgelelik mevcuttur [13]. Böylece modelin daha yüksek bir hesaplama verimliliği ve daha iyi bir performans elde edilmesi sağlanmıştır. Bu algoritmada Şekil 2’de görüldüğü gibi veri setinde rastgele alt kümeler oluşturularak her alt küme için ağaçlar oluşturulur. Daha sonra bu ağaçların tahminleri birleştirilerek sonuç elde edilir. Veri setinin karmaşıklığını ve aşırı uyum sorununu önlemek amaçla bu algoritma kullanılabilir. Bu algoritma, genellikle sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 2. Ekstra ağaçlar [14]

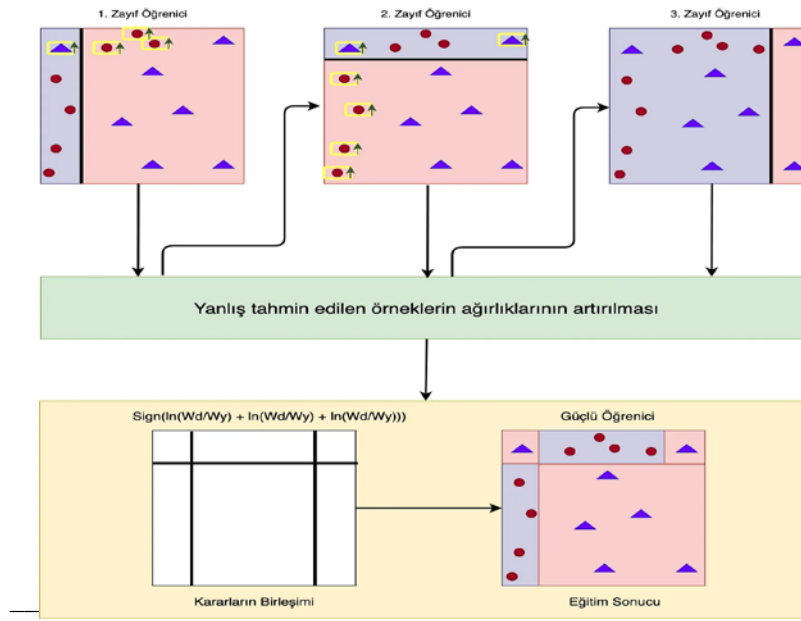
2.2.2. Gradyan Arttırma

Gradyan Arttırma yöntemi zayıf öğrencileri (genellikle karar ağaçları bir araya getirerek) güçlü öğrencilere dönüştürme yöntemidir. Her zayıf öğrenci, önceki öğrencinin hatalarını düzeltmeye

odaklanarak eğitilir. Bu nedenle, Gradyan Arttırma modelleri genellikle yüksek doğruluk sağlayan güçlü bir tahmin modeli oluşturur [15]. Özellikle büyük ve karmaşık veri kümelerinde tahmin hızı ve doğruluğuyla öne çıkan bir yöntemdir. Kaggle yarışmalarından üretilen makine öğrenimi çözümlerine kadar bu algoritmanın en iyi sonuçları ürettiği gözlemlenmiştir.

2.2.3. Adaboost

Adaboost olarak kısaltılmış Adaptive Boosting makine öğrenme alanında toplu öğrenme yapan bir algoritmadır. Burada da asıl amaç zayıf öğrenicileri bir araya getirip güçlü bir öğrenici elde etmektir. Bu algoritmada her bir zayıf öğrenici tek tek eğitilerek her bir modelin performansına göre ağırlıklar vererek çalışır. Sonraki eğitim sırasında ilk tahminde yanlış öğrenilen veriler daha fazla öncelik verilerek eğitilir. Sonuç olarak zayıf öğrenicileri bir araya getirip daha başarılı güçlü sonuçlar elde edilir. Adaboost ilk boosting algoritmalarından sayılmaktadır [16]. Adaboost'un çalışma prensibi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. AdaBoost çalışma prensibi [16]

2.2.4. Karar Ağacı

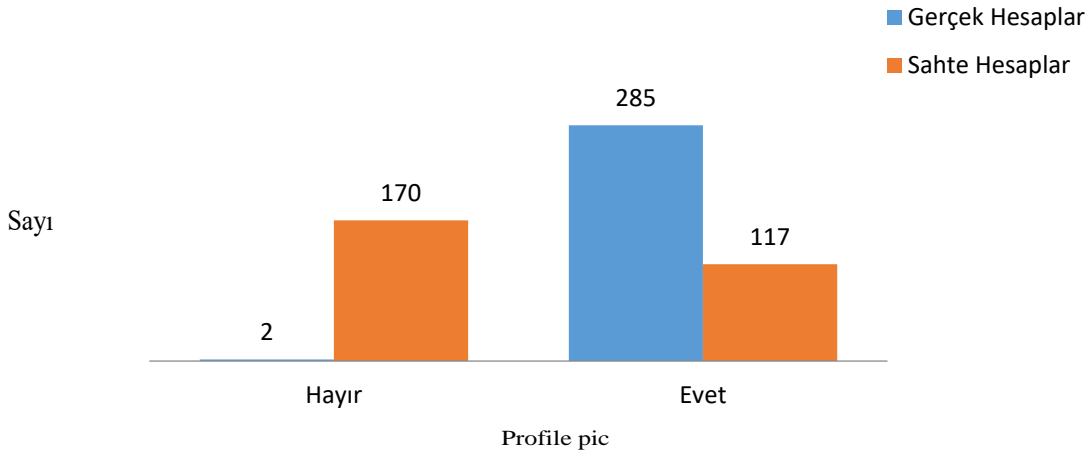
Karar Ağacı gözetimli öğrenmede yaygın olarak kullanılan bir algoritma türüdür [16]. Makine öğrenme metodlarında, "Karar Ağacı" kavramı hem sınıflandırma hem de regresyon modelleri ile birlikte kullanılabilir. Öte yandan, yönelem araştırmasında "Karar Ağacı" kavramı kararların silsile olarak sıralanmasını ve bu kararların sonuçlarını göstermek için kullanılmaktadır. Karar Ağaçları sınıflandırma için kullanılıyorsa sınıflandırma ağacı, regresyon için kullanılıyorsa regresyon ağacı olarak adlandırılmalıdır [18]. Karar Ağacı, finans, pazarlama, mühendislik ve tıp alanında kullanılan makine algoritmalarındandır [19].

2.2.5. Rastgele Orman

Rastgele Orman (RO) algoritması başarılı sınıflandırma yöntemlerinden biri olarak bilinir. Doğası gereği çok farklı disiplinlere hitap etmesinden dolayı, RO farklı alanlarda çalışan araştırmacıların dikkatini çekmektedir [20]. Rastgele Orman, birden fazla karar ağacının oluşturulup birlikte kullanılmasıyla yapılan bir makine öğrenimi yöntemidir. Her ağaç, rastgele seçilen veri alt kümeleriyle eğitilir ve sonuç olarak ağaçların oylarıyla nihai tahmin yapılır. Bu yöntem, genelde modelin doğruluğunu artırır ve aşırı öğrenmeyi azaltır.

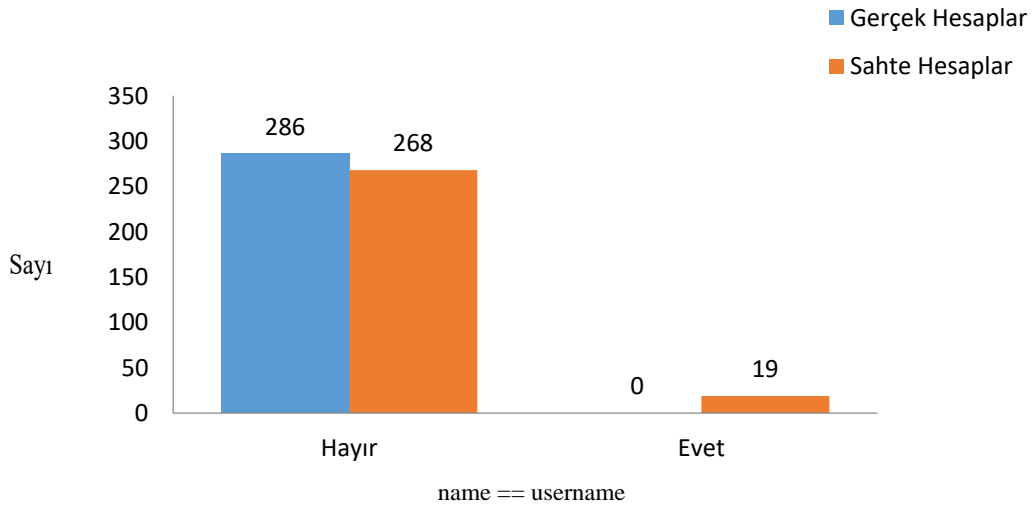
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA (RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION)

Deneysel çalışmalarda Rastgele Orman, Ekstra Ağaçlar, Gradyan Arttırma, Karar Ağacı, AdaBoost ve bu algoritmalar kullanılarak topluluk öğrenimi (Ensemble Learning) yaklaşımında yararlanılmıştır. Bu algoritmaların ele alınmasının nedeni sık kullanılan algoritmalar kullanmak yerine, farklı bir çalışma sunmak ve ağaç yapıları nedeniyle zayıf öğrenicilerin tekrar tekrar eğitilerek güçlü birer öğrenici haline gelip yüksek başarı sonuçları elde edilmesini sağlamaktır. Bu algoritmalar ile büyük ve karmaşık veri kümelerinde bile yüksek sonuçlar elde etmek mümkündür. Veri setinin eğitimi ve sınıflandırma sürecinde ilk olarak verilerimize ön işleme aşamaları uygulanmıştır. Ön işleme aşamasında veri setinde bulunan veriler ikili ve sürekli özellikler olarak kategorize edilmiştir. İkili özellik sonuçlarının grafikleri Şekil 4 ve Şekil 7 arasında gösterilmiştir.



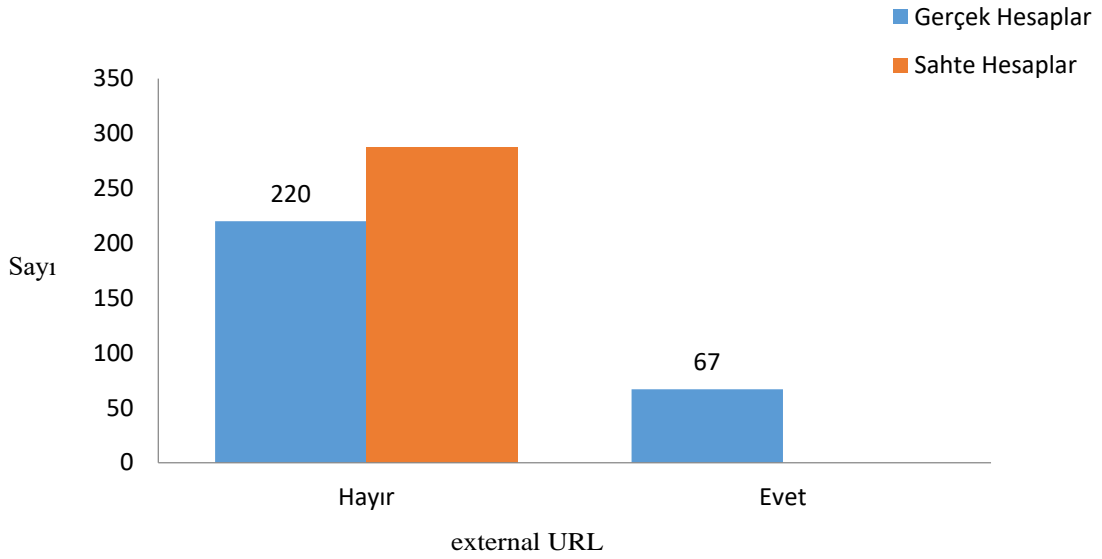
Şekil 4. Hesabın profil resmi var mı?

Şekil 4'te profil resmi olmayan hesapların çoğunluğunun (%98) sahte hesaplar olduğu gözlemlenmiştir.



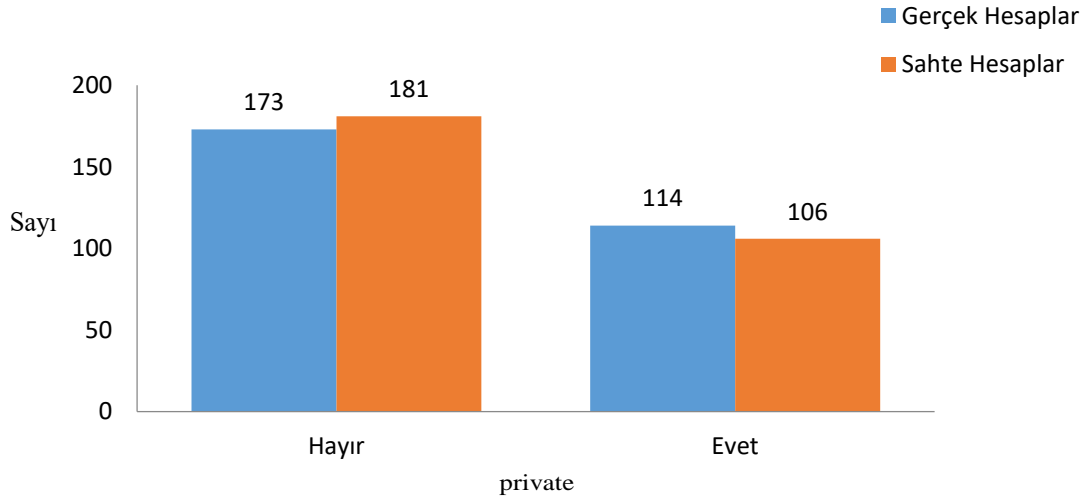
Şekil 5. Hesabın adı kullanıcı adı ile eşleşiyor mu?

Şekil 5'te genellikle, adı kullanıcı adıyla aynı olan hesapların da sahte hesap olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Hesap harici bir URL'ye erişim sağlıyor mu?

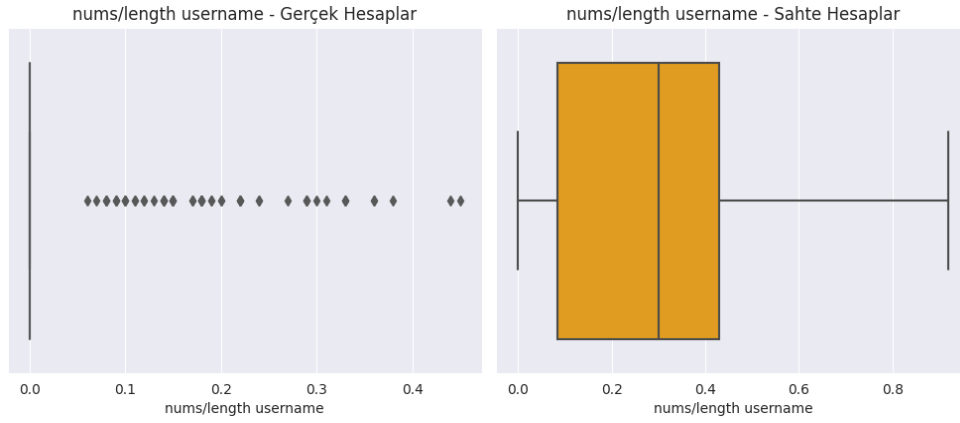
Şekil 6'da şartıcı bir şekilde, biyografilerinde dış URL'ye sahip olan hesapların tümü gerçek hesaplar gibi görünmektedir. Genel olarak, çoğu hesabın dış bir URL'si bulunmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 7. Özel hesaplar gerçek mi?

Şekil 7'de özel olmayan hesapların çoğunun sahte hesaplar olduğu görülmektedir, grafikteki gibi gerçekten de özel hesapların çoğunun gerçek hesaplar olduğu bilinmektedir. Ve aynı şekilde takipçi ile takip edilen sayısı eşit olan hesapların da gerçek hesaplar olduğu gözlemlenmiştir.

Tüm ikili özellikleri grafikledikten sonra sürekli özellikler ele alınmıştır. Sürekli özelliklere ait grafikler Şekil.8 ve Şekil.13 aralığında gösterilmiştir. Bu şekilde sahte hesapların Instagram'daki gerçek hesaplarla karşılaştırıldığında ne kadar farklı davrandığını görebiliriz.



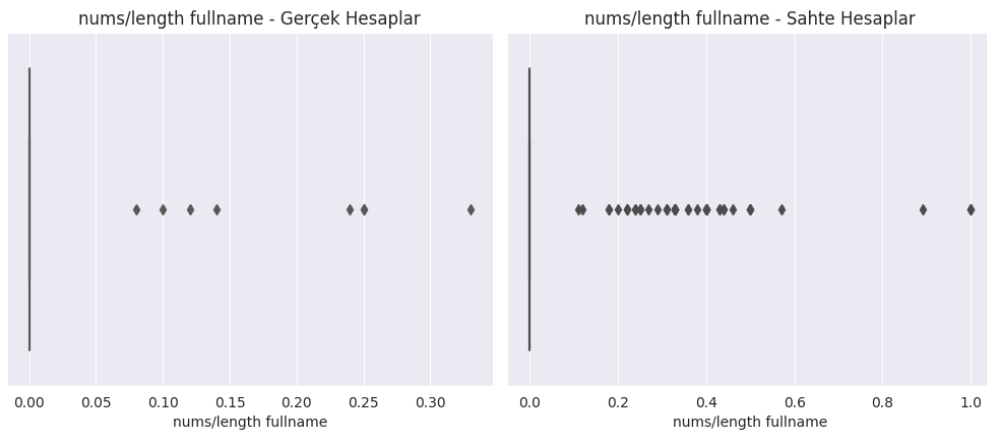
Şekil 8. Sayısal karakterler/kullanıcı adının uzunluğu

Şekil 8'de görüldüğü üzere sahte hesapların kullanıcı adlarında genellikle daha fazla sayısal karakter oranı bulunduğu gözlemlenmiştir.



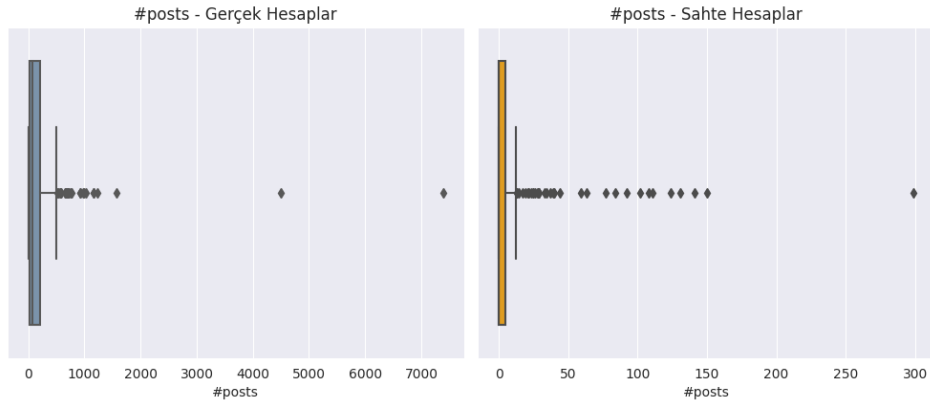
Şekil 9. Tam isimdeki kelime sayısı

Şekil 9'da ise sahte hesapların, tam adlarında daha az kelimeye sahip olma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



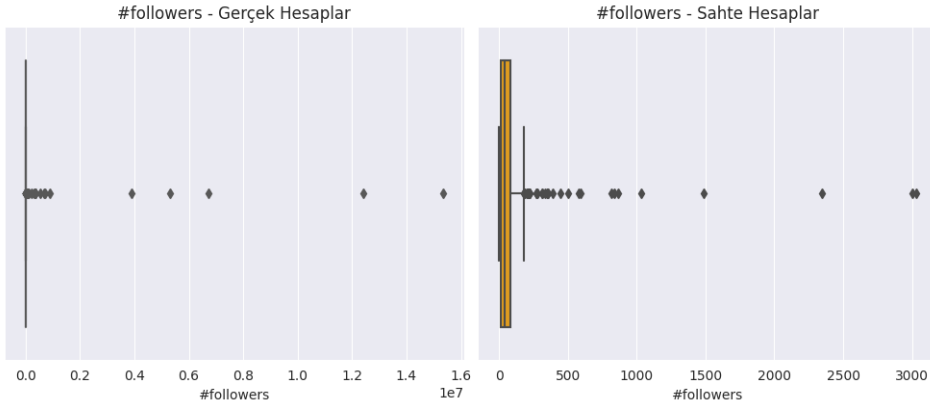
Şekil 10. Sayısal karakterler/tam adın uzunluğu

Şekil 10'da aykırı değer (outliers) hariç tutulduğunda, sahte hesapların açıklamaları/biyografilerinin genellikle çok daha kısa olduğu görülmektedir.



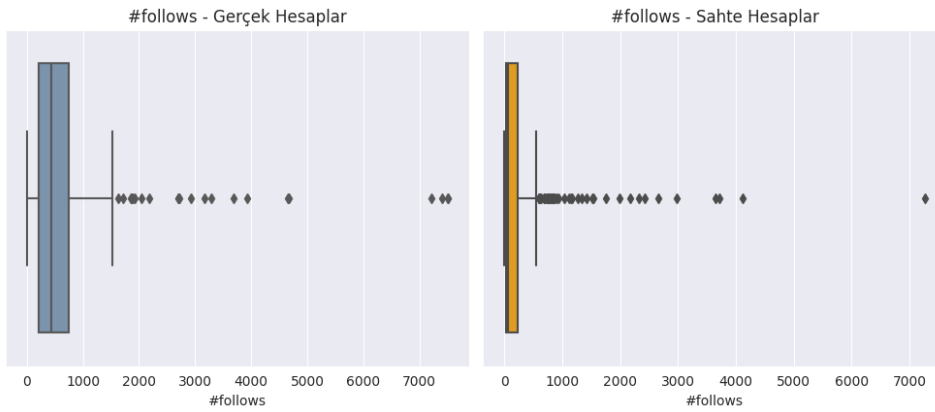
Şekil 11. Toplam gönderi sayısı

Şekil 11'e baktığımız zaman gerçek hesapların, sahte hesaplara göre çok daha fazla gönderiye sahip olduğu görülmektedir.



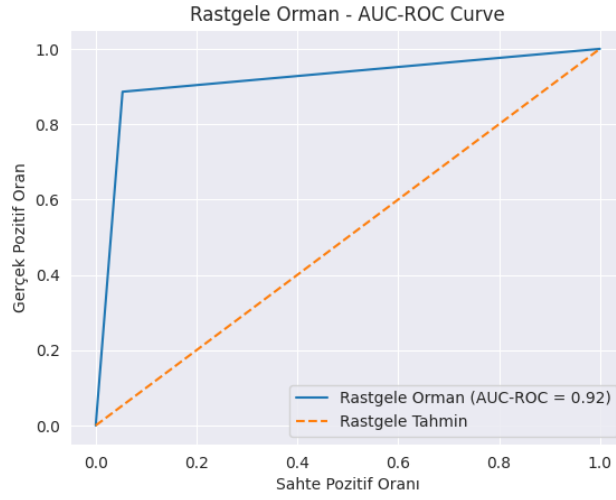
Şekil 12. Toplam takipçi sayısı

Şekil 12'de ise gerçek hesapların, sahte hesaplardan çok daha fazla takipçiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

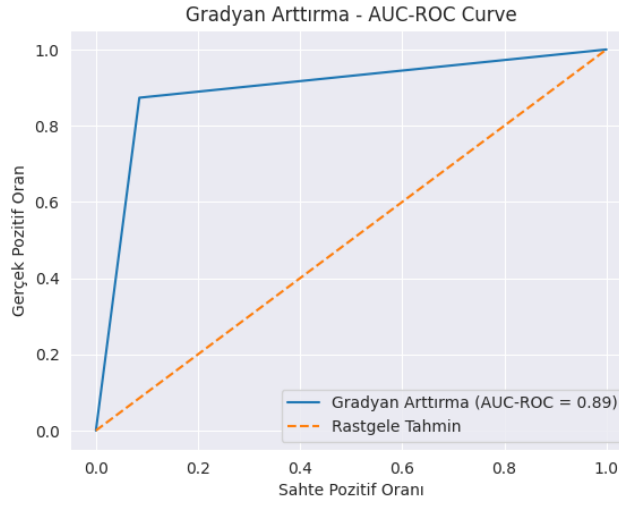


Şekil 13. Hesabın takip ettiği toplam kişi sayısı

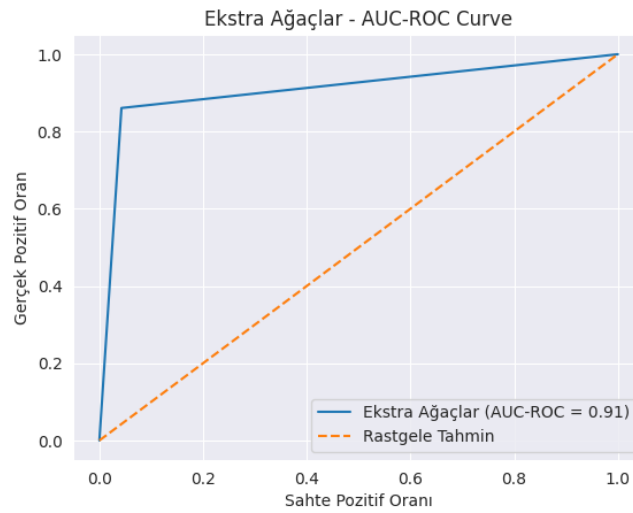
Şekil 13'de görüldüğü üzere genel olarak, aykırı değerler (outliers) çıkarıldığında, ortalama olarak çoğu sahte hesabın gerçek hesaplara kıyasla daha az kişiyi takip ettiği görülmektedir.



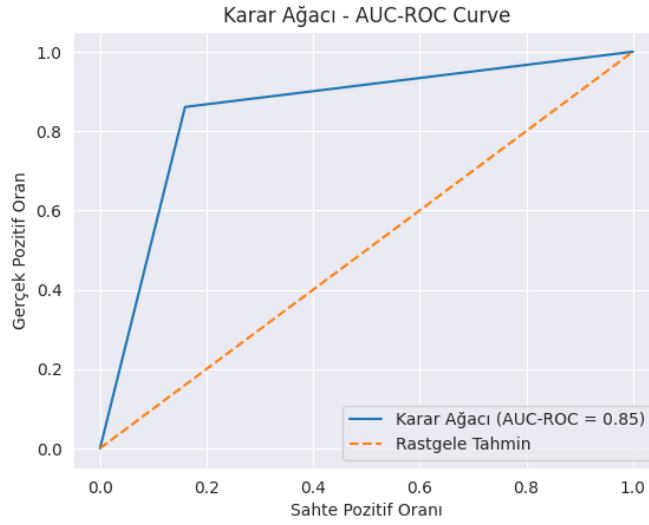
Şekil 14. Rastgele orman Auc-Roc eğrisi



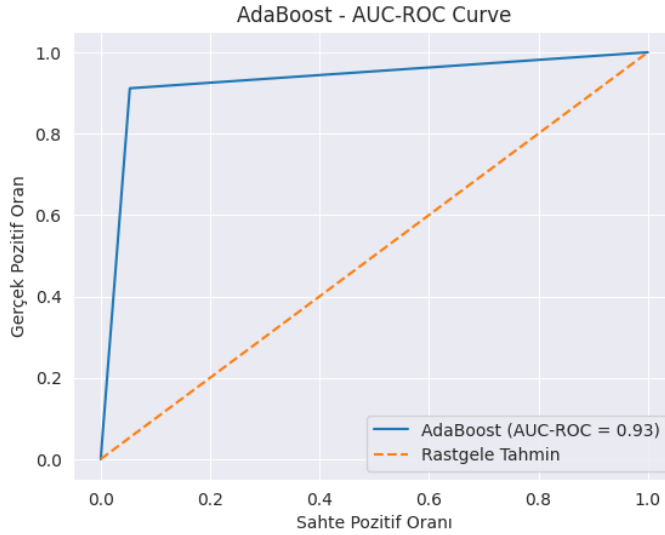
Şekil 15. Gradyan arttırma Auc-Roc eğrisi



Şekil 16. Ekstra ağaçlar Auc-Roc eğrisi



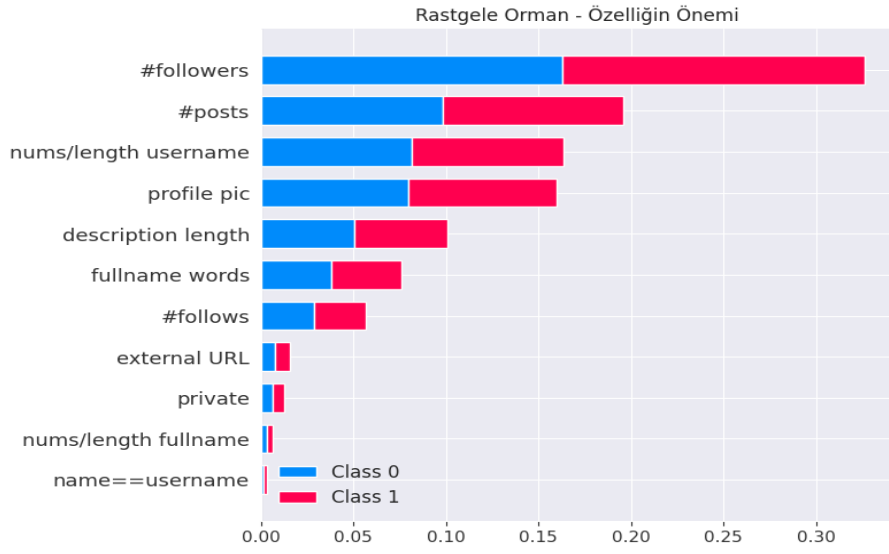
Şekil 17. Karar ağacı Auc-Roc eğrisi



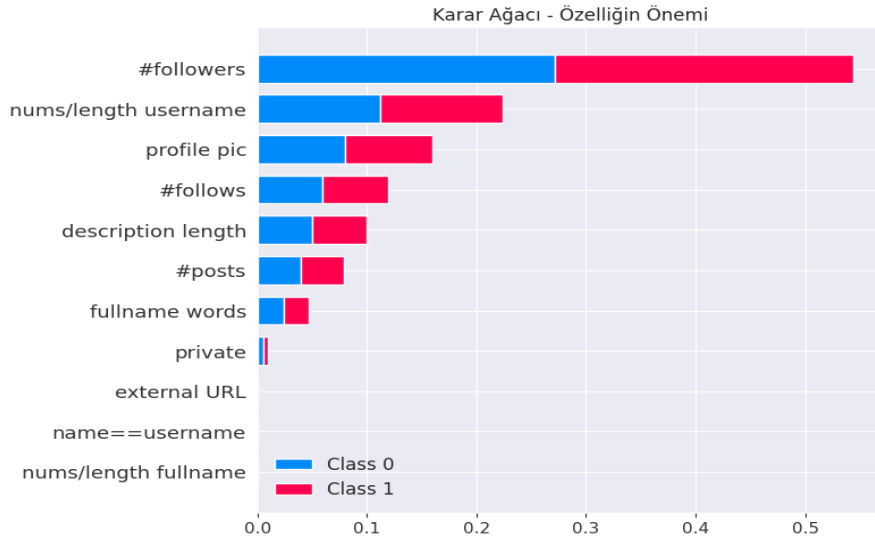
Şekil 18. AdaBoost Auc-Roc eğrisi

AUC-ROC eğrisi sınıflandırma problemlerinde modelin performansını ölçmek için kullanılan bir tekniktir. Mükemmel sınıflandırma modeli için 1'e, rastgele tahmin eden bir model için ise 0,5'e yakın değerler alır. Bizim modelimizde de temel olarak amaçladığımız 1,0 yakın bir AUC-ROC eğrisidir.

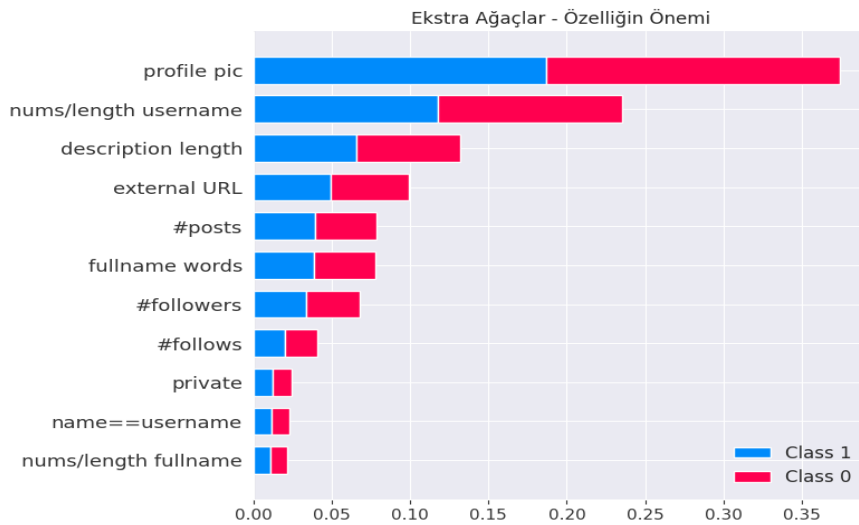
Şekil 14-18 aralığında beş modelin Auc-Roc sonuçlarına baktığımızda, her birinin tahmin başarısı ve özelliklerin önem sıralaması açısından farklılık gösterdiği görülmektedir. “Rastgele Orman” modelinin, özellikle sahte hesapları tespit etmede yüksek doğrulukla öne çıktığı gözlemlenmiştir. “Karar Ağacı” ise Karar Ağacının doğası gereği, belli özelliklerin üzerinde yoğunlaşarak tahminlerde bulunduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak hepsinin başarılı sonuç verdiği görülmektedir. Şimdi, özellik seçimi için, hedef değişkeni tahmin etmede her bir özelliğin gösterdiği önemi içeren grafiği çizmek üzere SHAP kütüphanesini kullanabiliriz. SHAP kütüphanesi ile model sonuçlarını etkileyen en önemli özellikleri ve bunların katkı seviyelerini gösterebiliriz.



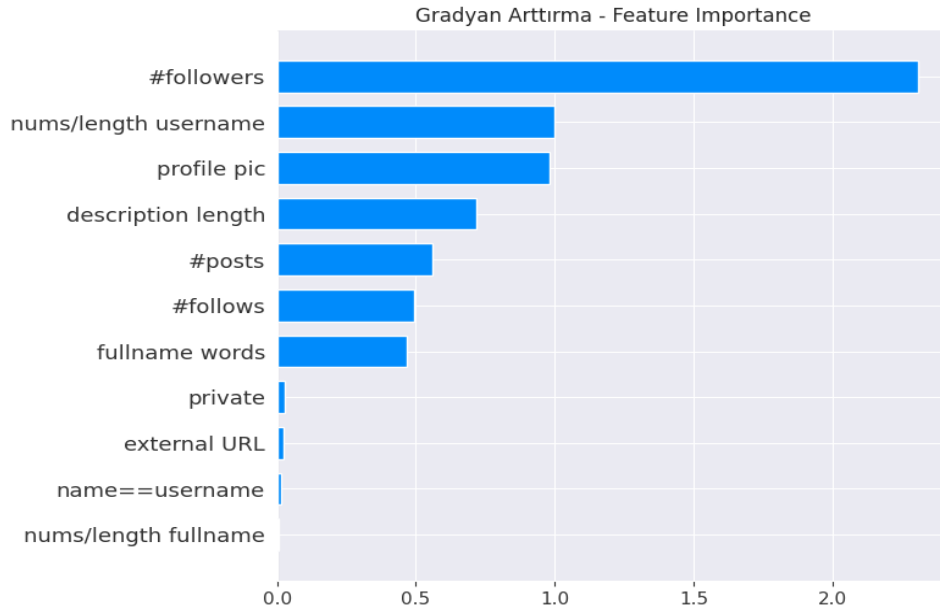
Şekil 19. Rastgele orman özellik analizi



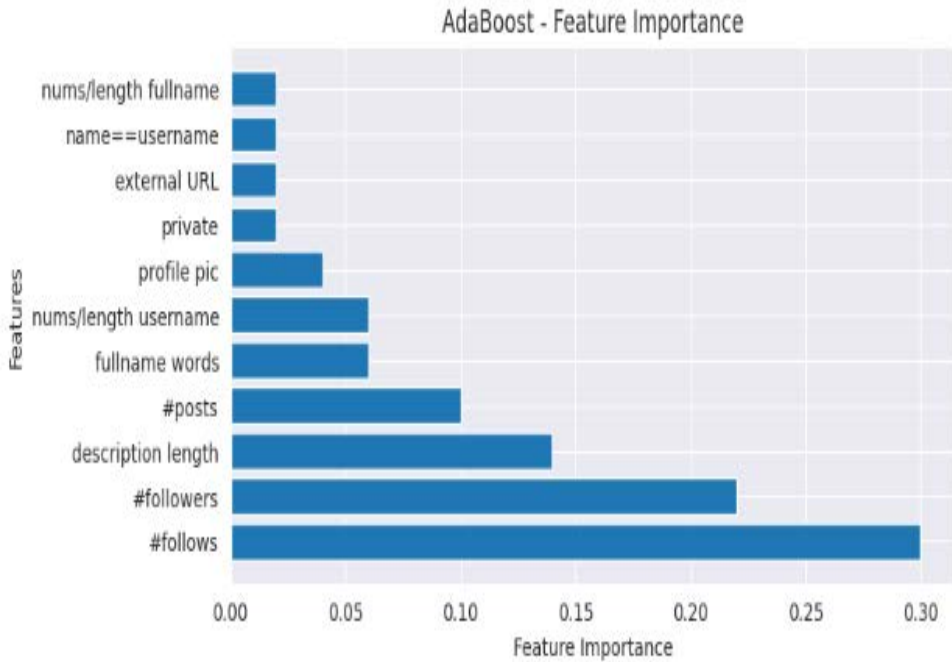
Şekil 20. Karar ağacı özellik analizi



Şekil 21. Ekstra ağaçlar özellik analizi



Şekil 22. Gradyan arttırma özellik analizi



Şekil 23. AdaBoost özellik analizi

Şekil 19-23 arasında yer alan özellik analizi sonuçlarında görüldüğü gibi genel olarak, tüm özelliklerin çıktığı bir şekilde etkilendiği görülüyor, bu nedenle hiçbir özelliğin gereksiz olmadığını söyleyebiliriz. En önemli özellikleri öğrendiğimize göre, şimdi bu özelliklerden bazılarını kullanarak yeni özellikler oluşturabiliriz. Amacımız, son modelimizin tahmin yeteneklerini daha da güçlendirecek özellik mühendisliği yapmaktır.

Özellik Mühendisliğinde yeni özellikler oluşturmak için öncelikle takipçi ve takip edilen oranına bakıldığında, sahte hesapların çoğunun kendilerinin takip ettiği kişi sayısından çok daha az takipçiye sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu ikili özellik, her hesap için 0 veya 1 olarak etiketlenecektir. Burada 1, belirli bir hesabın takip ettiğinden daha fazla takipçisi olduğunu

gösterecektir. Bu da gösteriyor ki takipçi_takip edilen hedef tahmini için önemli bir özellik oluşturabilir.

Tablo 1. Veri Üzerinde özellik analiz sonucu

	profilepic	nums/lengthusername	Full name words	nums/lengthfullname	name==username	Description length	external URL	Private	Posts	Followers	follows	fake	aktivite_orani	takipci_takip Edilen
571	1	0.55	1	44	0	0	0	0	33	166	596	1	0.20	0
572	1	0.38	1	0.33	0	21	0	0	44	66	75	1	0.67	0
573	1	0.57	2	0.00	0	0	0	0	4	96	339	1	0.04	0
574	1	0.57	1	0.00	0	11	0	0	0	57	73	1	0.00	0
575	1	0.27	1	0.00	0	0	0	0	2	150	487	1	0.01	0

Çalışmamızda Tablo 1’de sonucu gösterilen özellik mühendisliğini gerçekleştirdikten sonra modelleme öncesi son aşama olarak her bir özelliğin ortalaması ve standart sapması Tablo 2’deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 2. Veri özellik analiz standart sapması

	Ortalama	Standart Sapma
profilepic (profil fotoğrafı)	0.72	0.45
nums/lengthusername (sayı/kullanıcı adı uzunluğu)	0.16	0.21
fullnamewords (tam ad kelimesi)	1.47	1.06
nums/lengthfullname (sayı/tam ad uzunluğu)	0.04	0.13
name==username (ad=kullanıcıad)	0.03	0.18
descriptionlength (açıklama uzunluğu)	23.27	38.13
external URL (harici URL)	0.12	0.33
private(özel)	0.37	0.48
#posts(paylaşım)	110.94	408.69
followers(takipçi)	88366.21	926256.64
follows(Takip)	519.88	930.82
fake(sahte)	0.48	0.50
aktivite_orani	0.28	1.64
takipci_takipEdilen	0.43	0.5

Son olarak hiperparametre ayarlamaları ile modelin uygun değerleri test ve eğitim seti için ayrı olarak elde edilmiştir. Yeni yaklaşımımız için eğittiğimiz beş modelin iki farklı makine öğrenim tekniği olan VotingClassifier ve StackingClassifier yöntem ile entegrasyonu sağlandı. Bu yöntemler, birden fazla modelin tahminlerini bir araya getirerek çoğunluğun (veya ağırlıklı oyların) kararını nihai tahmin olarak belirler.

Bu şekilde, tek tek doğruluğunu elde ettiğimiz farklı modellerin güçlü yanları bir araya getirilerek daha iyi bir genelleme performansı elde edilmiştir. Sonuç olarak entegre modellerimizde elde edilen tahmin değerlerinin eğitim verisi kullanılarak VotingClassifier %90 ve StackingClassifier %91’lik, test

verisi kullanılarak VotingClassifier %91 ve StackingClassifier %91'lik olacak şekilde yüksek başarı sonuçları elde ettiği gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Eğitim ve test verisi üzerinde AUC-ROC değeri hesaplaması sonucu

Algoritmalar	Eğitim Verisi İle AUC-ROC değeri	Test Verisi İle AUC-ROC değeri
Rastgele Orman	0.90	0.94
Gradyan Arttırma	0.91	0.92
Ekstra Ağaçlar	0.91	0.92
Karar Ağacı	0.82	0.88
AdaBoost	0.89	0.90
VotingClassifier	0.90	0.91
StackingClassifier	0.91	0.91

Tablo 3'te AUC-ROC grafiğinden elde edilen değerlerde tüm algoritmalarımızda başarılı sonuçlar elde edildiği gözlemlendi. Bu nedenle tüm algoritmalarımızı entegre ederek oluşturduğumuz VotingClassifier ve StackingClassifier AUC-ROC değerlerini uygulamamızda kullanabileceğimizin kararını verebiliriz.

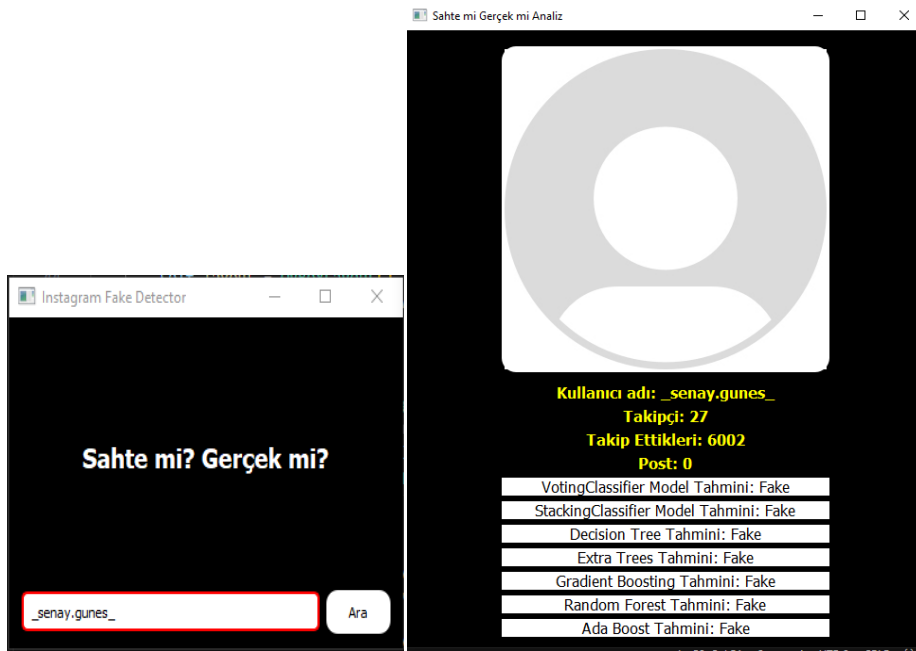
4. SONUÇ (CONCLUSION)

Sonuç olarak, çalışmamızda çok sayıda veri işleme ve veri analizi gerçekleştirilmiştir. Gerçek hesapların, sahte hesaplardan çok daha fazla gönderi paylaştığı, sahte hesapların takip etme oranının gerçek hesaplardan daha yüksek olduğu, sahte hesapların açıklamalarının (biyografilerinin) genellikle daha kısa olduğu ve sahte hesapların kullanıcı adlarında genellikle daha fazla sayısal karakter bulunduğu gibi özelliklerle gerçek ve sahte hesaplar arasındaki farklar başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Ayrıca, daha önce yapılmış çalışmalardan farklı olarak, sistem dışında yüksek başarı sonuçları veren sıklıkla kullanılmayan güncel algoritmalar kullanılarak literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir. Yüksek başarı gösteren Rastgele Orman ile aynı mantıkta çalışan algoritmalar ele alındı. Sonuç olarak, tüm algoritmalar%80doğruluk değerinin üzerinde sonuç vermiştir. Eğitim verileri üzerinde Ekstra Ağaçlar, Gradyan Arttırma ve StackingClassifier kullanılarak %91 ile en yüksek başarı sonucu elde edildiği gözlemlenmiştir. Test verileri üzerinde ise Rastgele Orman %94 oranıyla en yüksek başarıyı göstermiştir. Son olarak, ara yüz ile sunduğumuz model gerçek zamanlı olarak son kullanıcı tarafından test edilmiş, sahte/gerçek olup olmadığı belirlenmek istenen hesabın kullanıcı adı girilerek belirlenmesi sağlanmıştır. Bu sonuçlarda da, Şekil 23 ve Şekil 24'te gösterildiği gibi sahte ve gerçek hesapların yüksek doğrulukla tespit edildiği gözlemlenmiştir.

Sahte hesap tespitinde kullanılan algoritma teknikleri oldukça önemli bir yer almaktadır. Ancak veri seti içeriğinin de (takip-takipçi sayısı, biyografi bilgileri, kullanıcı adı, url linki, profil fotoğrafları vs.) algoritmalar kadar önemli olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda sahte Instagram hesabı tespit modeli oluşturmak için gerçek ve sahte hesapların etiketli olarak yer aldığı büyük ve çeşitli bir veri setine, dikkatli bir özellik mühendisliğine ve model seçimine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, sahte hesapların zaman içinde evrimleşip değiştiği göz önüne alındığında, modelin sürekli olarak güncellenmesi başarı sonucunu arttırmak için önemlidir. Daha büyük ve güncel bir veri seti kullanımı sahte/gerçek hesap tespiti başarılarını arttıracaktır. Sıklıkla kullanılan Kümeleme, Rastgele Orman, Naive Bayes, Karar Ağaçları, Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makineleri gibi algoritmaların topluluk öğrenimi yöntemleriyle daha yüksek performans göstermesi sağlanabilir.



Şekil 23. Gerçek hesap sonucu



Şekil 24. Sahte hesap sonucu

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

[1] Y. S. Wu, S. Bagchi, N. Singh, R. Wita, Spam detection in voice-over-ip calls through semi-supervised clustering. Proceedings of the 2009 Dependable Systems Networks, 307–316, 2009.

- [2] H. Uzun, Sosyal Medyanın Bilgi Kalitesine Etkisi: Sahte Hesaplar, *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 2:1(2016) 1-31.
- [3] A. Gupta, R. Kaushal, Improving spam detection in Online Social Networks, 2015 International Conference on Cognitive Computing and Information Processing (CCIP), Noida, India, 1-6. doi: 10.1109/CCIP.2015.7100738, 2015.
- [4] A. H. Wang, Detecting Spam Bots in Online Social Networking Sites: A Machine Learning Approach. In S. Foresti ve S. Jajodia (Eds.), *Data and Applications Security and Privacy XXIV. DBSec 2010. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. 6166 (2010) 25-39. doi:10.1007/978-3-642-13739-6_25.
- [5] K. R. Purba, K. D. Asirvatham, R. K. Murugesan, Classification of Instagram Fake Users Using Supervised Machine Learning Algorithms, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10:3, (2020) 2763-2772. doi: 10.11591/ijece.v10i3.
- [6] Ü. Tunç, E. Atalar, M. S. Gargı, Z. Ergül Aydın, Classification of fake, bot, and real accounts on instagram using machine learning, *Politeknik Dergisi*, 2024
- [7] A. Anwaar, A. Wajid, A Simplified Study of Fake and Real Accounts: Using Prediction, Cluster and Outlier Detection Methods, 2020.
- [8] A. Dey, H. Reddy, M. Dey, N. Sinha, Detection of Fake Accounts in Instagram Using Machine Learning, *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 10:10 (2019) 82-86. doi: 10.5121/ijcsit.2019.1150783.
- [9] Free4ever1, Instagram Fake, Spammer, and Genuine Accounts Dataset. Kaggle. Erişim adresi: <https://www.kaggle.com/datasets/free4ever1/instagram-fake-spammer-genuine-accounts>, 2024.
- [10] B. Malkoç, Temel bilimler ve mühendislik eğitiminde programlama dili olarak Python, XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 201, 2012.
- [11] CoderSpace, Kaggle. Erişim tarihi: <https://coderspace.io/sozluk/kaggle>, 2023.
- [12] Visual Studio, Visual Studio ile çalışmaya başlama, Erişim tarihi: <https://learn.microsoft.com/tr-tr/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2022>, 2022.
- [13] N. Bhandari, Extra Trees Classifier, Medium: <https://medium.com/@namanbhandari/extratreesclassifier8e7fc052c7>, 2018
- [14] A. Berrouachedi, R. Jaziri, G. Bernard, Ekstra ağaçların derin çağlayanı. In U. Lauw, H. (Eds.), *Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliğinde Eğilimler ve Uygulamalar. PAKDD 2019. Bilgisayar Bilimlerinde Ders Notları*. 11607 (2019) 25-39. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-26142-9_11.
- [15] A. Natekin, A. Knoll, Gradient boosting machines, a tutorial, 2013.
- [16] K. Güzel, Boosting Nedir? Adım Adım Adaboost Algoritması, Medium: <https://kadirguzel.medium.com/boosting-nedir-ad%C4%B1m-ad%C4%B1m-adaboost-algoritmas%C4%B1-439cce20ab9a>, 2022.
- [17] T. Kalaycı, Kimlik hırsız web sitelerinin sınıflandırılması için makine öğrenmesi yöntemlerinin karşılaştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24:5 (2018) 870-878. doi:10.9733/jgg.241212.1t.

- [18] S. Atan, KNN, Naive Bayes ve karar ağacı makine öğrenme algoritmaları, Bu algoritmaların sosyal bilimlerde kullanım imkânları. 2020. doi:10.31235/osf.io/8r5pu.
- [19] L. Rokach, O.Z. Maimon, Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications. World Scientific Publishing Co., Inc., Singapore, 2008.
- [20] Ö. Akar, O. Güngör, Rastgele orman algoritması kullanılarak çok bantlı görüntülerin sınıflandırılması. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 106 (2012) 139-146.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Şanlıurfa İli İçin Olası Kayıpların Deprem Senaryosu ile Tahmini

Estimation of Possible Losses for Şanlıurfa Province Using Earthquake Scenario

Yazar(lar) (Author(s)): İbrahim AKGÜL¹, Hüseyin BAYRAKTAR²

¹ ORCID ID: 0000-0001-7261-6582

² ORCID ID: 0000-0001-7277-0838

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):İbrahim A., Hüseyin B. “Şanlıurfa İli İçin Olası Kayıpların Deprem Senaryosu İle Tahmini”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(2): 90-102, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1440481



Şanlıurfa İli İçin Olası Kayıpların Deprem Senaryosu ile Tahmini

Araştırma Makalesi

İbrahim AKGÜL^{1,*}, Hüseyin BAYRAKTAR²¹Düzce Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 81900, Kaynaşlı/DÜZCE²Düzce Üniversitesi, Kaynaşlı MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Yapı Ressamlığı Programı, 81900, Kaynaşlı/DÜZCE

Öz

Bu çalışma, Şanlıurfa ili için potansiyel bir depremin etkilerini değerlendirmek ve buna karşı hazırlıklı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deprem senaryosu bölgedeki fay hatları, zemin koşulları ve diğer jeolojik faktörlere dayanarak olası bir depremin etkilerini modellemektedir. Çalışma, Şanlıurfa'nın deprem riskini anlamak ve buna uygun hazırlık tedbirlerini almak amacıyla önemli bilgiler içermektedir. Fay hatlarından kaynaklanan depremsellik ve mikrobölgelendirme çalışmaları ile bölgenin deprem riski belirlenmekte, yapı stoğunun olası hasar görülebilirlik durumları belirlenebilmektedir. Şanlıurfa'nın depremselliği, geçmişte yaşanmış depremlerle ilişkilendirilmiş ve bölgedeki fay hatları incelenerek deprem senaryosu oluşturulmuştur. Özellikle Doğu Anadolu Fay Hattı'nın bölgedeki depremleri etkileyebileceği vurgulanmıştır. Deprem senaryoları ile olası hasarlı bina sayıları, ölü ve yaralı sayıları gibi bilgiler elde edilerek acil durum yönetimi için kritik bilgiler sağlanmaktadır. Aynı zamanda bölgede barınma ihtiyacı olan kişi sayısı ve sağlık altyapısının bu duruma nasıl cevap verebileceği gibi önemli konuları ele almaktadır. Öneriler arasında deprem öncesinde alınabilecek önlemler, riskli yapı stoğunun güçlendirilmesi, acil durum ekiplerinin hazırlıklı olması, sağlık altyapısının güçlendirilmesi ve afet yönetimi planlarının daha da geliştirilmesi gibi konular bulunmaktadır. Bu öneriler, gelecekte olası bir depreme karşı Şanlıurfa'da bulunan yerel yönetimlerin ve halkın hazırlıklı olmasına katkı sağlayabilir. Sonuç olarak, bu deprem senaryosu, bölgedeki potansiyel riskleri vurgulayarak, yerel yönetimlere, uzmanlara ve topluma deprem tehlikesine karşı hazırlıklı olma konusunda rehberlik etmek amacıyla tasarlanmıştır. Ancak gerçek bir deprem durumunda alınacak önlemler, daha geniş katılımı ve daha spesifik bilgilerle belirlenecek ve uygulanacaktır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 09/08/2024
Yayın: 30/08/2024

Anahtar Kelimeler

Deprem senaryosu
Şanlıurfa, depremsellik
Mikrobölgelendirme
Acil durum yönetimi

Keywords

Earthquake scenario
Şanlıurfa, seismicity
Microzonation
Emergency management

Estimation of Possible Losses for Şanlıurfa Province Using Earthquake Scenario

Abstract

This study has been prepared to assess and prepare for the effects of a potential earthquake in the province of Şanlıurfa. The earthquake scenario models the effects of a potential earthquake based on fault lines, soil conditions and other geological factors in the region. The study provides essential information for understanding the earthquake risk in Şanlıurfa and taking appropriate preparedness measures. Fault line seismicity and microzonation studies can be used to determine the earthquake risk of the region and the potential vulnerability of the building stock. The seismicity of Şanlıurfa has been linked to past earthquakes and an earthquake scenario has been developed by analyzing the fault lines in the region. It is emphasized that the East Anatolian Fault Line in particular can influence the earthquakes in the region. The results of the earthquake scenario provide vital information for emergency management, such as the number of damaged buildings, the number of dead and the number of injured. It also addresses critical issues such as the number of people in need of shelter in the region and how the health infrastructure can respond to this situation. Recommendations include precautions that can be taken before an earthquake, strengthening high-risk buildings, preparing emergency teams, strengthening health infrastructure, and further developing disaster management plans. These recommendations can contribute to the preparedness of local governments and the public in Şanlıurfa for a potential future earthquake. In conclusion, this earthquake scenario aims to provide guidance to local governments, experts, and the public on earthquake preparedness by highlighting the potential risks in the region. However, the measures to be taken in the event of a real earthquake will be determined and implemented with wider participation and more specific information.

*İletişim yazarı, e-mail: akgul.4710@gmail.com

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye'nin doğusunda ve güneydoğusunda yer alan yaklaşık 400 km uzunluğa sahip Doğu Anadolu Fay Hattı Karlıova ile İskenderun Körfezi arasında uzanan sol yanal doğrultu atımlı diri fayların bulunduğu aktif bir fay hattıdır [1]. Büyük depremler üretebilen Doğu Anadolu Fay Hattı üzerinde son olarak 6 Şubat 2023 tarihinde saat 4:17'de 7.7 ve saat 13:24'de 7.6 büyüklüğünde Kahramanmaraş (Pazarcık ve Elbistan) depremleri meydana gelmiştir. Depremler Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da bulunan 11 ilde hissedilmiştir. Başta Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman ve Malatya olmak üzere Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Elazığ, Osmaniye, Adana ve Kilis gibi birçok ilde can kaybı ve yıkık-ağır hasarlı binalar oluşmuştur. 6 Şubat 2023 tarihinde ilk olarak güney segmentte 7.7 büyüklüğünde olan depremden 9 saat sonra kuzey segmentte 7.6 büyüklüğündeki deprem, KAF segmentlerinin birbirini tetiklediğini göstermektedir [2]. DAFH aktif bir fay hattı olduğu için çevresinde yer alan bölgelerin her an depreme hazır olmaları ve risk planlarını yapmaları önemlidir. Bunun için deprem senaryoları deprem riskinin belirlenmesinde kullanılan önemli yöntemlerden biridir.

Ülkemizde deprem hemen her yerde kendini göstermektedir. Farklı büyüklüklerde meydana gelen depremler can kayıplarına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Deprem gerçeğini kabul ederek, depreme her an hazırlıklı olmak yapılacaklar arasında en önemli konuların başında yer alır. Depreme hazırlıkta ise birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de hazırlanan deprem senaryoları büyük faydalar sağlamaktadır. Çalışmamızda 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen illerden olan Şanlıurfa İli için deprem senaryosu hazırlanacaktır. Deprem senaryoları deterministik (tanımsal) veya probalistik (olasılıksal) yöntemler ile belirlenebilmektedir. Bu çalışmada deterministik yöntem kullanılmıştır. Deterministik yöntemde belli bir matematiksel tanımlama kullanılarak bölgede bulunan aktif fayların sadece maksimum deprem büyüklükleri baz alınarak hesaplama yapılır [3].

Deprem senaryosu, bir bölgede olası bir depremin nasıl meydana gelebileceğini, bu depremin büyüklüğünü, yerini ve etkilerini simüle eden bir model veya planlamadır. Deprem senaryoları, bilim insanları, mühendisler ve acil durum yöneticileri tarafından deprem riski altındaki bölgelerde hazırlık, risk değerlendirmesi ve acil durum planlaması için kullanılır [4]. Bu senaryolar, bir depremin potansiyel etkilerini değerlendirmek ve buna karşı önlemler almak için tasarlanmıştır.

Deprem senaryoları, yerel yönetimlere, mühendislere, bilim insanlarına ve toplum liderlerine deprem riski taşıyan bölgelerde daha etkili hazırlık ve acil durum planları geliştirme konusunda rehberlik eder [5]. Bu senaryolar, olası deprem etkilerinin daha iyi anlaşılmasına ve bu etkilerle başa çıkma stratejilerinin oluşturulmasına yardımcı olur. Senaryolar; doğru bir şekilde hazırlandıkları durumda maddi ve manevi kayıplar azalacak, doğal bir olay olan depremi afet olmaktan çıkarılabilecektir. Bilindiği üzere ülkemizin deprem kuşağında olması bu hazırlıkları zorunluluk haline getirmiştir.

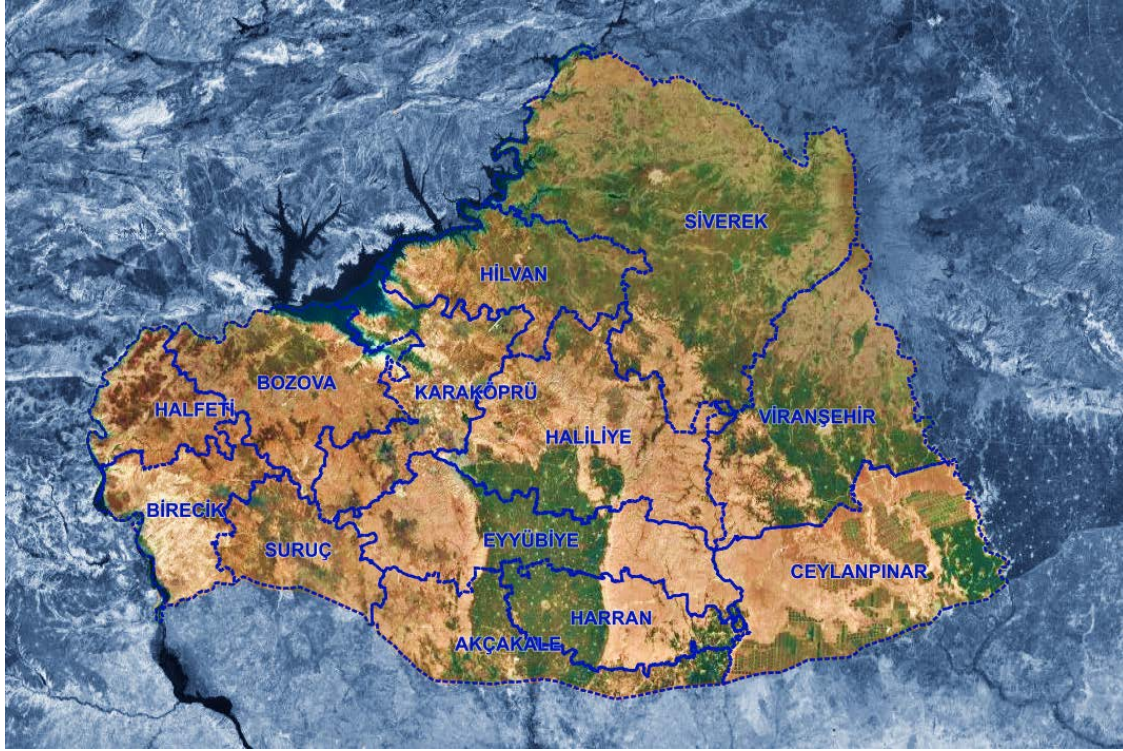
Ülkemizde acil durum planlaması, 7269 sayılı mevzuat çerçevesinde oluşturulan "Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik" tarafından yönetilmektedir. Bu yönetmelik, 01.04.1988 tarihli Bakanlar Kurulu kararı ve 08.05.1988 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan bir düzenleme ile yürürlüğe girmiştir [6]. Temel hedefi, Devletin kaynaklarını önceden planlayarak, afet durumunda Devlet güçlerinin en hızlı şekilde afet bölgesine ulaşmasını ve vatandaşlara etkin ilk yardımın sağlanmasını temin etmek için acil yardım teşkilatlarının kuruluş ve görevlerini düzenlemektir [7].

Bunun yanı sıra deprem senaryoları, gelecekte oluşabilecek olası deprem büyüklüklerinde alınabilecek önlemleri, etkileri ve etkilenebilecek merkezleri belirlemeye çalışır. Deprem büyük yıkıcılığa sahip ve engellenmesi güç bir doğa olayı olduğundan günümüz teknolojisi ile sadece kısa bir süre önceden bilinebilmektedir [7]. Ancak bu süre tedbirlerin alınması için yetersiz ve çok kısadır. Fakat iyi planlanmış bir deprem senaryosu, olası bir deprem için alınabilecek önlemleri almakta zaman kazandıracak ve hasarı minimize etmekte yardımcı olacaktır [8]. Farklı çalışmalarda yerleşim yerlerinin deprem riskinin belirlenmesinde kullanılan deprem senaryoları mikrobölgeleme, yapı stoğu, TÜİK nüfus verileri, bölgede önceki deprem kayıtları ve bu depremlerde meydana gelen kayıpların yanı sıra AFAD-RED gibi deprem risk tahmini üzerine yazılımlar kullanılmaktadır. Bu sayede bölgede yapısal kayıpların yanı sıra can kaybı ve yaralanmalar tespit edilerek yapılacaklar olası deprem öncesinde planlanabilmektedir [9-11].

2. ŞANLIURFA İLİNİN DEPREMSELLİĞİ

Şanlıurfa'da küçük çaplı 9 adet fay hattı olmasına karşın aktif ve büyük ölçüdeki Doğu Anadolu Fay Hattının Şanlıurfa iline uzaklığı (Dağbaşı/Siverek üzeri) ortalama 110 km'dir. Şanlıurfa ili Arap platformu üzerinde, Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağının güneyinde bulunmaktadır. Bölgede Bozova, Samsat ve Kalecik Fayları kilometrelerce uzanan doğrultu atımlı aktif faylardır. Özellikle Bozova İlçesinden geçen Bozova fayının son yaşanan depremler sonrası aktifleşebileceği tahmin edilmektedir [12]. Bölgedeki deprem kayıtlarının Şanlıurfa İlinin Bozova ve Kalecik Faylarından kaynaklı yoğun bir deprem aktivitesinin yaşandığı belirtilmektedir [13]. Son yaşanan 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde Şanlıurfa ili sınırları içerisinde 19 yapı yıkılmış, 8000'den fazla yapı ağır hasar almış, 4.663 kişi yaralı olarak enkaz altından çıkarılabilmişken, maalesef 304 kişinin yaşanan bu felakette hayatına veda ettiği verileri paylaşılmıştır. Bu durum olası bir felakette yaşanabilecek can ve mal kaybının ne kadar geniş bir bölgeye yayılabileceğini gözler önüne sermiştir.

Şekil 1'de Şanlıurfa il ve ilçelerini gösteren harita gösterilmektedir. 13 ilçeden oluşan Şanlıurfa ili tarihi ve kültürü bakımından zengin bir yerleşim yeridir [14].



Şekil 1. Şanlıurfa il ve ilçe haritası (Bünyesinde 3 merkez ilçe barındırmaktadır.)

Tarihte bölgede pek çok fay hareketliliği olduğu bilinmektedir. Şanlıurfa ilinin etkilendiği, geçmişte gerçekleşmiş olan ve kayıt altına alınabilmiş bazı depremler aşağıda kronolojik olarak verilmiştir.

1975 Lice Depremi:

6 Eylül 1975 tarihi, saat 12.20'de Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde Şanlıurfa'ya yakın bir bölgede, Diyarbakır'ın Lice ilçesinde 6.6 Mw büyüklüğünde ve VIII şiddetinde meydana gelen deprem, geniş bir alanda hissedilmiştir. 23 saniye süren depremin max. yer ivmesi 0,76 g olarak ölçülmüştür. Depremde 2385 kişi yaşamını yitirmiş, 8149 bina hasar görmüştür. Özellikle bölgede kerpiç yapıların yoğun olması can kayıplarını artırmıştır [16].

2003 Bingöl Depremi:

1 Mayıs 2003 tarihi, saat 03.27'de, Bingöl'ün Karlıova ilçesine yakın bir bölgede meydana gelen 6.4 Mw büyüklüğünde ve IX şiddetindeki deprem, Şanlıurfa ve çevresinde de hissedilmiştir. Depremde 176 kişi ölmüş, 520 kişi yaralanmış ve 625 bina ağır hasar almış veya yıkılmıştır. 10 km derinlikte gerçekleşen ve 20 saniye süren depremin max. yer ivmesi 0,73g olarak ölçülmüştür [16].

2010 Elazığ-Sivrice Depremi:

8 Mart 2010 tarihinde saat 04.32'de, Elazığ'ın Sivrice ilçesinde meydana gelen 6.0 Mw büyüklüğünde, VII şiddetindeki 15 saniye süren deprem, Şanlıurfa ve çevresinde de hissedilmiştir. Depremde 42 kişi ölmüş, 137 kişi yaralanmıştır. Depremde az hasarlı 3854, orta hasarlı 1561, ağır hasarlı 3007 olmak üzere toplam 8422 bina hasar almıştır. 5 km derinlikte sığ odaklı, max. yer ivmesi 0,06g olarak gerçekleşen depremde bölgede yaygın kullanılan kerpiç ve yığma yapı türü yapılar betonarme yapı türüne göre daha fazla hasar alarak can kaybının artmasına neden olmuştur [17].

3. ŞANLIURFA İLİ DEPREM SENARYOSU

Deprem senaryosu oluştururken incelenecek aşamalar şunlardır:

Depremsellik ve Mikrobölgelendirme Çalışmaları:

Tarihi Depremlerin İncelenmesi:

- Bölgeyi etkileyen önceki depremlerin detaylı bir şekilde gözden geçirilmesi.
- Bu depremlerin neden olduğu hasarların ve etkilerin belirlenmesi.

Senaryo Depremi İçin Kaynak Parametrelerinin Belirlenmesi:

- Bölgedeki fay hatları, zemin koşulları ve diğer jeolojik faktörlere dayanarak potansiyel bir senaryo depreminin kaynak parametrelerinin belirlenmesi.

Deprem Şiddeti Haritalarının Oluşturulması:

- (MSK)deprem şiddet haritalarının oluşturulması, yerel eşşiddet haritaları ve şiddet azalım ilişkileri kullanılması.
- Geçmiş deprem hasarlarına, yerel zemin özelliklerine ve topoğrafik şartlara bağlı olarak şiddet artırma dağılımının belirlenmesi.

Zemin Sıvılaşma, Göçme ve Heyelan İhtimali Olan Bölgelerin Belirlenmesi:

- Zemin sıvılaşma potansiyeli olan bölgelerin belirlenmesi.
- Toprak kayması ve heyelan olasılığı yüksek bölgelerin tespiti.

Bu çalışmalar, Şanlıurfa'nın deprem riskini anlamak ve buna uygun hazırlık tedbirlerini almak amacıyla önemlidir. Bölgeye özgü jeolojik ve topoğrafik özellikler dikkate alınarak yapılan bu çalışmalar, deprem riski yönetimi ve yapılaşma planlaması için temel bilgiler sağlar. Yerel otoriteler, jeoloji uzmanları ve deprem uzmanları bu çalışmaların planlanması ve yürütülmesi konusunda önemli bir rol oynamaktadır.

Hasar Görebilirlik Belirlemeleri

Yapı Stokunun İncelenmesi:

- Şanlıurfa'daki mevcut yapı stokunun gözden geçirilmesi.
- Yapı tiplerinin, malzeme özelliklerinin ve inşaat tekniklerinin belirlenmesi.

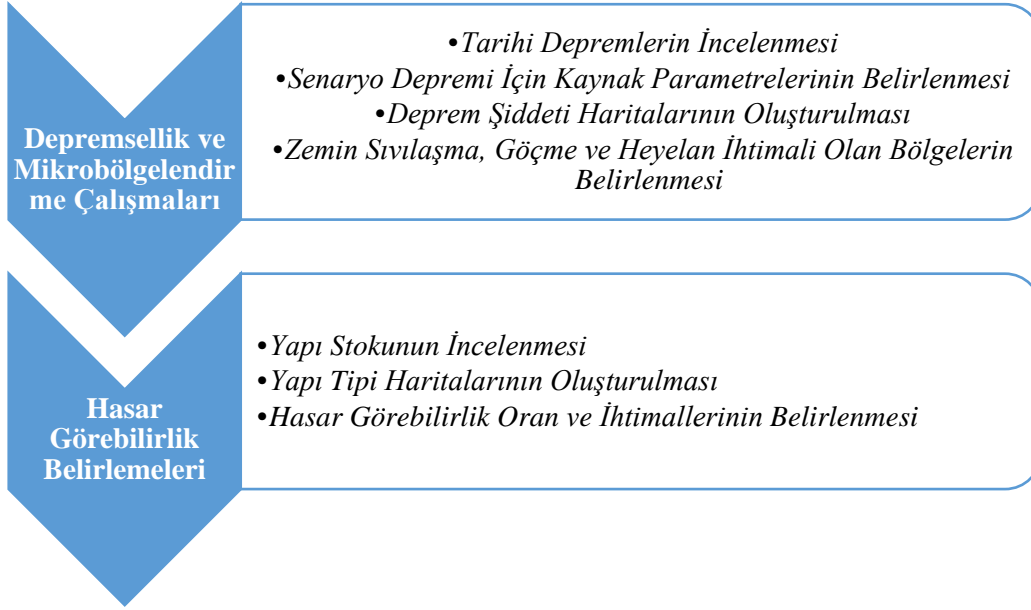
Yapı Tipi Haritalarının Oluşturulması:

- Şehirdeki farklı yapı tiplerine göre haritaların çıkarılması.
- Bu haritaların, depreme karşı duyarlılık ve hasar görebilirlik analizlerinde kullanılabilmesi için detaylandırılması.

Hasar Görebilirlik Oran ve İhtimallerinin Belirlenmesi:

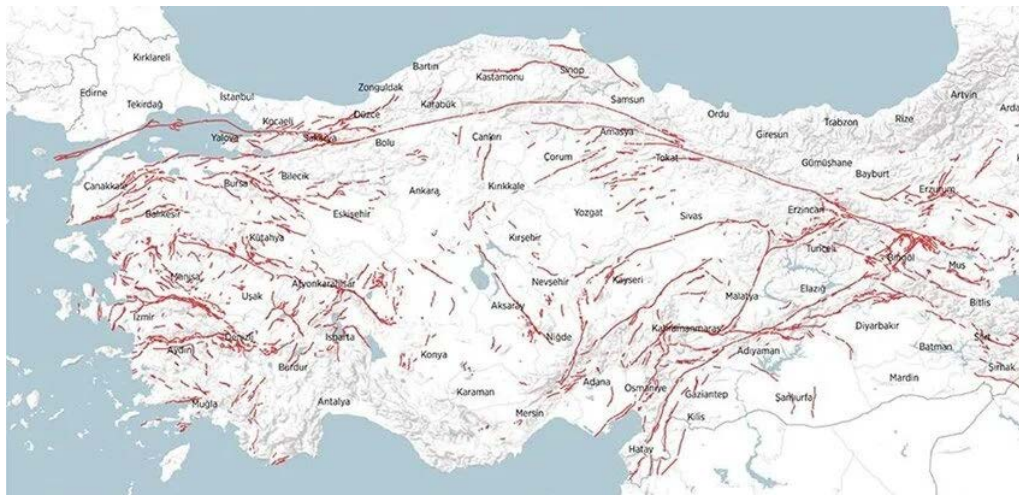
- Her bir yapı tipi için hasar görebilirlik oranlarının ve olasılıklarının, yerel verilere dayalı olarak belirlenmesi.
- Deprem etkisinin, yapı malzeme ve tasarımına göre yapıların ne kadarını etkileyebileceği konusunda tahminler yapılması.

Şanlıurfa için çalışma kapsamında, bölgesel deprem risklerinin belirlenmesi ve olası deprem senaryolarının analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışma; yerel jeoloji, zemin özellikleri, yapı stoğu ve sosyo-ekonomik faktörlere dayalı olarak özelleştirilmelidir. Şekil 2’de deprem senaryosu için incelenecek parametrelerin akış şeması verilmektedir.



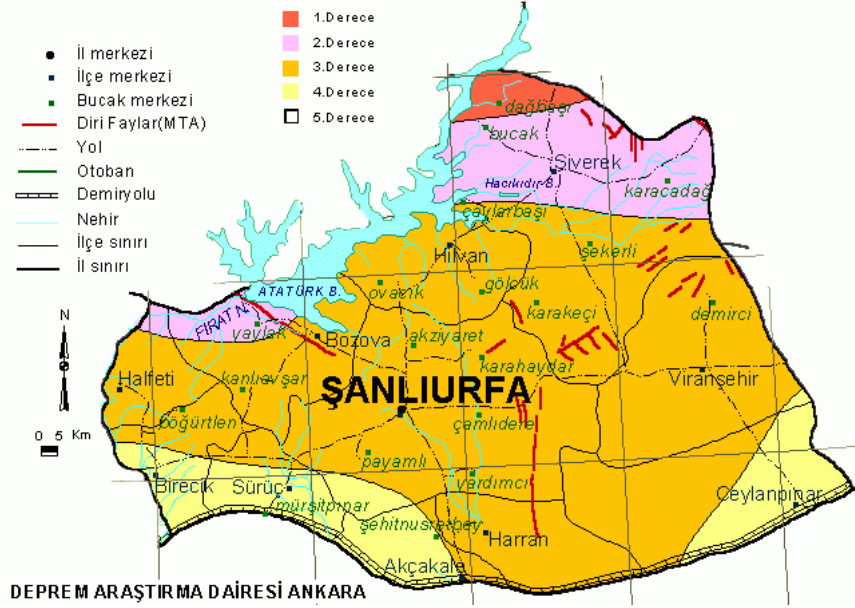
Şekil 2. Deprem senaryosu için incelenecek aşamalar

Türkiye’de Doğu Anadolu Fayı, Kuzey Anadolu Fayı ve Batı Anadolu Fayı olmak üzere birçok diri fay bulunmaktadır. Şekil 3’te ülkemizin hemen her yerinde yer alan aktif fayları gösteren harita bulunmaktadır.



Şekil 3. Türkiye aktif fay haritası

Şanlıurfa ili Doğu Anadolu Fayı üzerinde yer alan ve bir bölümü yüksek deprem riski içeren bölgede kalmaktadır (Şekil 4). Aynı zamanda Şanlıurfa, yakın illerde meydana gelen depremlerden de önemli derecede etkilenebilmektedir.



Şekil 4. Doğu Anadolu fay hattına bağlı Şanlıurfa ili deprem haritası

Doğu Anadolu Fay Hattında tarihte kayıt altına alınan depremler ile ilişkili olarak fay izine dik olacak şekilde azalım ilişkisi Denklem 1 ile hesaplanmıştır [5]. Şanlıurfa ili için şiddet verileri açıklanmış azalım ilişkisi kullanılmıştır.

$$I=0,34+1,54M-1,24LnR \quad (1)$$

Burada

I : MSK ölçeğinde yapı yerindeki ortalama şiddet.

M : Yüzey dalgası magnitudü (yer kabuğunun veya levhaların bir deprem anında boşalan jeolojik enerji potansiyelinin (düzeyinin), sismik aletler tarafından ölçülen değeridir)

R : Faya en yakın uzaklık (Km. cinsinden)

R değeri deprem senaryosu oluşturulacak bölgenin fay hattına en yakın mesafesi alınarak belirlenmektedir. [5], çalışmasında İstanbul İli için deterministik yöntem kullanarak Kuzey Sınır Fayının İstanbul'a en yakın mesafe olan 11 km'yi almıştır. Her 11 km'lik mesafe Medvedev, Sponheur ve Karnik (MSK) 12 (XII) derecelik şiddet cetveline göre derecelendirilerek eşşiddet haritası oluşturulmaktadır. Çalışmamızda deterministik yöntem kullanarak deprem oluşabilecek Bozova Fayı için en yakın mesafe Bozova merkezine 5 km dik uzaklık olarak ölçülmüştür. Her ilçe için uzaklık ve şiddet Tablo 1'de verilmiştir. Şiddet hesaplanırken bu formül kullanılmıştır (Şekil 5).

(Örneğin; Bozova'da oluşan 7.6 büyüklüğündeki bir deprem için 5. ve 10. Km'ler için hesaplandığında 5km çapı için $I=0,34+(1,54 \times 7.6)-(1,24 \ln(5))$ ile 10 Şiddetinde olurken 10 Km çapta aynı formül $I=0,34+(1,54 \times 7.6)-(1,24 \ln(10))$ 9 şiddetinde bir etki verdiği görülebilir.)

Senaryo deprem sonucunda Şanlıurfa ve ilçelerinde oluşabilecek değerler yukarıda belirtilen azalım ilişkisi formülü ile hesaplanmıştır (İl sınırlarında senaryonun oluşturulabilmesi için sert zemin koşullarında bile oluşabilecek şiddet verilerini göstermektedir.)

Tablo 2. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremi il bazında yapı envanteri

(T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 2023 Kahramanmaraş Deprem Raporu)

İller	Toplam incelenen	Ağır hasar	Orta hasar	Az hasar	Hasarsız
Adana	199.682	2.952	11.768	71.072	113.890
Adıyaman	187.797	56.256	18.715	72.729	40.097
Diyarbakır	359.987	8.602	11.209	113.223	226.953
Elazığ	52.332	10.156	1.522	31.151	9.503
Gaziantep	595.292	29.155	20.251	236.497	309.389
Kahramanmaraş	307.538	99.326	17.887	161.137	29.188
Malatya	254.017	71.519	12.801	107.765	61.932
Hatay	442.757	215.255	25.957	189.317	12.228
Kilis	63.680	2.514	1.303	27.969	31.894
Osmaniye	141.108	16.111	4.122	69.466	51.409
Şanlıurfa	298.501	6.163	6.041	199.401	86.896

Tablo 3. 6 Şubat Kahramanmaraş depremi şiddet yapı envanteri

(Azalım şiddet formülü ile hesaplanan şiddet verileri bulunarak Tablo1'deki veriler toplanmıştır)

Şiddet	Toplam incelenen	Ağır hasar	Orta hasar	Az hasar	Hasarsız
XI	307.538	99.326	17.887	161.137	29.188
X	442.757	215.255	25.957	189.317	12.228
IX	783.089	85.411	38.966	309.226	349.486
VIII	359.987	8.602	11.209	113.223	226.953
VII	757.306	96.307	24.267	404.601	232.131
VI	52.332	10.156	1.522	31.151	9.503
V	199.682	2.952	11.768	71.072	113.890

Bu veriler göz önüne alındığında Kahramanmaraş depreminde konut durumu;

XI şiddetinde etkilenen illerde % 32'si ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 6'sının orta hasarlı, % 53'ünün az hasarlı, %9'unun hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

X şiddetinde etkilenen illerde % 49'unun ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 7'sinin orta hasarlı, % 43'ünün az hasarlı, % 3'ünün hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

IX şiddetinde etkilenen illerde % 11'inin ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 5'inin orta hasarlı, % 39'unun az hasarlı, %45'inin hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

VIII şiddetinde etkilenen illerde % 2'sinin ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 3'ünün orta hasarlı, % 31'inin az hasarlı, % 63'ünün hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

VII şiddetinde etkilenen illerde % 13'ünün ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 3'ünün orta hasarlı, % 53'ünün az hasarlı, % 31'inin hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

VI şiddetinde etkilenen illerde % 19'unun ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 3'ünün orta hasarlı, % 60'ının az hasarlı, % 18'inin hasarsız olduğu tespit edilmiştir.

V şiddetinde etkilenen illerde % 1'inin ağır hasarlı veya yıkık olduğu, % 6'sının orta hasarlı, % 36'sının az hasarlı, % 57'sinin hasarsız olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. 6 Şubat Kahramanmaraş Depremi Şiddet verilerine göre Yüzdeler Dağılımı

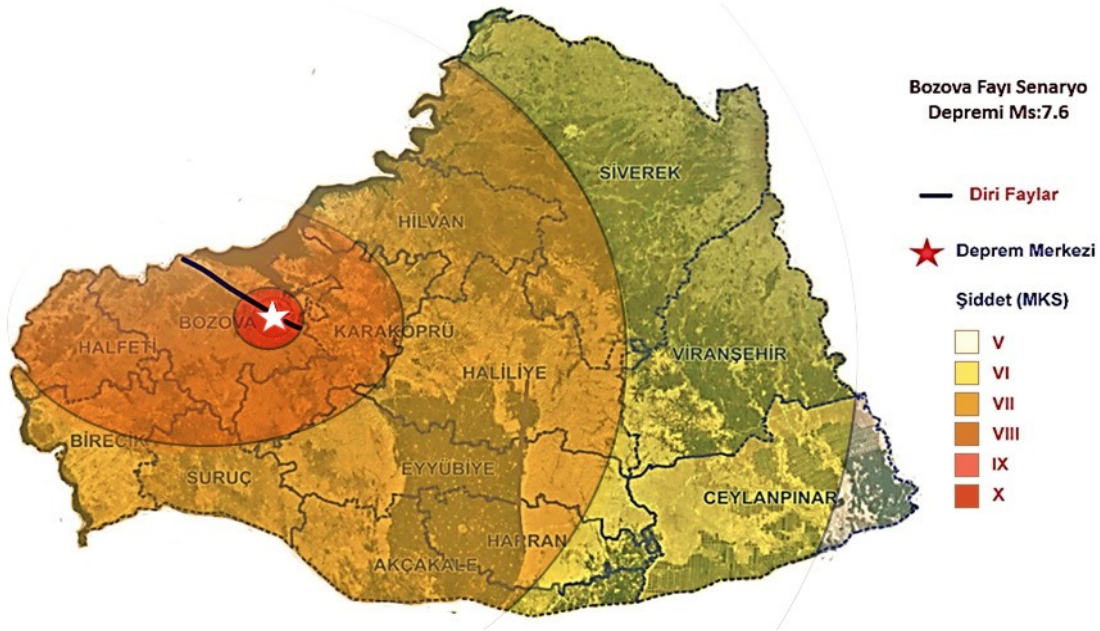
Şiddet	Toplam incelenen	Ağır hasar	Orta hasar	Az hasar	Hasarsız
XI	307.538	32%	6%	52%	9%
X	442.757	49%	6%	43%	3%
IX	783.089	11%	5%	39%	45%
VIII	359.987	2%	3%	31%	63%
VII	757.306	13%	3%	53%	31%
VI	52.332	19%	3%	60%	18%
V	199.682	1%	6%	36%	57%

6 Şubat Kahramanmaraş depreminde etkilenen 10 ilin 7'sinin büyükşehir olması etkilenen nüfusun fazlalığının idrak edilebilmesi konusunda oldukça belirleyicidir.

10 ilde bulunan toplam nüfus 2022 kayıtları göz önüne alındığında bölgede 13.421.699 kişinin olduğu varsayılabilir. Bu durumda, Türkiye nüfusu göz önüne alındığında (2022 TÜİK verilerinde 85.279.553) nüfusun % 15.74'ünün bu depremden etkilendiği söylenebilir ve maalesef bu 13.421.699 kişiden 36.187'sinin hayatını kaybettiği, 108.068 kişinin yaralandığı bilinmekle birlikte bölgede bulunan 216.347 kişi ise farklı şehirlere tahliye edilmiştir.

Bu oranlara bağlı kalarak aynı şiddetteki bir depremin farklı bölgelerde oluşturabileceği etki ve şiddeti oranlayarak hesaplayabiliriz.

ŞANLIURFA İLİ EŞŞİDDET HARİTASI (Deterministik Yöntemle Hesaplanmıştır)



Şekil 5. Senaryo deprem şiddet haritası ilçe detayları (Bozova Merkezli)

Şanlıurfa için hali hazırda bir yapı envanteri olmadığından 2022 yılı nüfus sayımı baz alınarak (2.170.110 kişi) [15] ortalama hane başı aktif kullanıcı sayısına oranı ile hane sayısı hesaplanmıştır (Tablo 5).

Şanlıurfa için nüfus kayıt sisteminden alınan verilere göre ortalama hane halkı sayısı 2022 yılı itibarı ile 4,44 olarak belirlenmiştir [14].

Tablo 5. Şanlıurfa ili nüfus ve konut verileri (TÜİK)

İLÇELER	NÜFUS	HANE SAYISI
HALİLİYE	396.656	89.337
EYYÜBİYE	391.795	88.242
SİVEREK	267.942	60.347
KARAKÖPRÜ	265.035	59.693
VİRANŞEHİR	207.315	46.693
AKÇAKALE	123.721	27.865
SURUÇ	100.961	22.739
HARRAN	96.072	21.638
BİRECİK	93.613	21.084
CEYLANPINAR	90.440	20.369
BOZOVA	52.680	11.865
HİLVAN	42.218	9.509
HALFETİ	41.662	9.383

6 Şubat 2023 depremi göz önüne alındığında olası bir deprem ile Şanlıurfa ili sınırları içerisinde oluşabilecek ve etkilenecek nüfus verileri Tablo 4'te verilmiştir.

Olası bir deprem senaryosunun Şanlıurfa ili Bozova ilçesinde ve yaklaşık 30 km olan Bozova Fayı üzerinde tamamının kırılacağı ve 7.6 büyüklüğünde deprem üretebileceği varsayıldığında etkilenecek yapılar, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminde şiddete bağlı olarak etkilenen yapıların yüzde oranları kullanılarak benzer bir orandan da aynı şiddette etkilenen yapılara uygulandığında etkilenebilecek yapılar oluşturulmuştur (Tablo 6). Örneğin 6 Şubat depreminde X şiddetinde etkilenen 442.757 konutun % 49,28'i ağır hasar aldığından aynı oran X şiddetinden etkilendiği senaryolaştırılmış Bozova ilçesinde bulunan hane sayısında kullanılmış ve 11.865 konuttan 5.768 tanesinin ağır hasarlı olduğu hesaplanmıştır. Şanlıurfa İline ait tüm ilçelerin hasar dağılımları eşşidet haritası deprem şiddetine göre hesaplanmaktadır (Tablo 6).

Tablo 6. Senaryo deprem sonrası etkilenecek konut sayısı

İLÇELER	ŞİDDET	TOPLAM HANE	AĞIR VE YIKIK	ORTA	AZ	HASARSIZ
HALİLİYE	VII	89.337	11.361	2.863	47.730	27.384
EYYÜBİYE	VII	88.242	11.222	2.828	47.144	27.048
SİVEREK	VI	60.347	11.711	1.755	35.922	10.958
KARAKÖPRÜ	VIII	59.693	1.426	1.859	18.775	37.633
VİRANŞEHİR	VI	46.693	9.062	1.358	27.794	8.479
AKÇAKALE	VII	27.865	3.544	893	14.887	8.541
BİRECİK	VIII	22.739	543	708	7.152	14.336
SURUÇ	VIII	22.739	543	708	7.152	14.336
HARRAN	VII	21.638	2.752	693	11.560	6.633
CEYLANPINAR	VI	20.369	3.953	592	12.125	3.699
BOZOVA	X	11.865	5.768	696	5.073	328
HİLVAN	VII	9.509	1.209	305	5.080	2.915
HALFETİ	VIII	9.383	224	292	2.951	5.915

Deprem senaryosu sonrası oluşabilecek vefat, yaralı ve bölgeyi terk edecek kişi sayısı, 06.02.2023 Kahramanmaraş depreminde hayatını kaybeden sayısının ağır hasarlı ve yıkılan yapı sayısına olan oranları aynen kabul edilerek hesaplandığında ise Tablo 7'deki değerler elde edilmiştir.

Tablo 7. Senaryo deprem sonrası etkilenecek kişi sayısı 6 Şubat 2023 depreminde etkilenen kişi sayısı kıyaslaması

	Toplam Nüfus	Ağır Hasarlı Veya Yıkılmış Hane Sayısı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı	Şehri Terk Eden Sayısı
6 Şubat Kahramanmaraş Depremi	13.421.699	518.009	36.187	108.068	216.347
Bozova Senaryo Depremi	2.170.110	63.319	4.423	13.210	34.980

6 Şubat depreminde toplam ölü sayısı (36.187) yıkılan ve ağır hasarlı yapı sayısına (518.009) oranlandığında toplam ağır hasarlı ve yıkılacak yapıların % 6,98'i oranında ölüm gerçekleştiği tespit edildiğinden aynı oran Şanlıurfa (Bozova) senaryo depreminde ağır hasarlı ve yıkılacak yapılar için uygulandığında 4.423 kişinin hayatını kaybedeceği hesaplanmıştır. Aynı durum yaralı sayısının tespiti için kullanılırken şehri terk edenlerin sayısı nüfus ile oranlanmıştır.

Barınma ihtiyacı ise orta ve ağır hasarlı yapılar kullanılamayacağından ağır ve orta hasarlı toplam yapı sayısı Şanlıurfa için hane büyüklük sayısı olan 4,44 ile çarpılmış ve çıkan sonuçtan vefat sayısı çıkarılarak bölgede deprem sonrası barınma ihtiyacı olan (276.713) kişi sayısı tespit edilmiştir. Barınma ihtiyacının belirlenmesinde orta ve ağır hasarlı hane sayısının bilinmesi gerekmektedir. Çünkü deprem sonrası orta ve ağır hasarlı yapıların kullanımına izin verilmemektedir. Bu yüzden orta ve ağır hasarlı yapıların sayısı Şanlıurfa hane halkı sayısı (4,44) ile çarpılarak bulunmaktadır.

Senaryo depreminde ağır hasarlı ve yıkılan yapı sayısı 63.319 olarak belirlenirken orta hasarlı yapılar için bu veri 15.549 olduğu hesaplanmıştır. Bu durumda orta ve ağır hasarlı yapıların toplamı 78.868 olacaktır.

78.868 hanede ikamet eden kişi sayısı ise yaklaşık olarak $(78.868 \times 4,44) = 347.019$ olacaktır. Bu durumda depremde hayatını kaybedenlerin sayısı düşüldüğünde $(347.019 - 4.423)$ sonuç 342.596 olacaktır.

Yani deprem senaryosu olası hesaplamalara göre 342.596 kişi için barınma ihtiyacı doğacaktır. AFAD tarafından uygun açık alanlarda kurulacak çadır kentlerde barınma ihtiyacı karşılanabilmektedir. Bir çadırda 4 kişilik bir ailenin barınacağı düşünüldüğünde Şanlıurfa İli için olası deprem sonrası $342.596 / 4 = 85.649$ adet çadır ihtiyacının olacağı tahmin edilmektedir.

Bir diğer önemli konu ise depremde yaralananlara yapılabilecek ilk yardım ve müdahaledir. Şanlıurfa genelinde 20 adet hastane bulunmaktadır ve bu hastanelerdeki toplam yatak kapasitesi yalnızca 4.307'dir. Ancak bu hastaneler 2024 yılının ilk haftasında % 71 doluluk oranına sahiptir. Deprem senaryosunda ilk yardım ve müdahaleye ihtiyaç duyacak kişi sayısı 13.210 olduğundan yatak sayısının artırılması gerekmektedir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışma, Şanlıurfa ilinde olası bir depremin etkilerini değerlendirmek ve bu depreme karşı hazırlıklı olmak için bir deprem senaryosu oluşturmayı amaçlamaktadır. Şanlıurfa, aktif fay hatlarına yakın bir bölgede bulunması nedeniyle deprem riski taşıyan bir il olarak dikkat çekmektedir. Bu nedenle, deprem senaryoları oluşturularak, olası etkileri önceden değerlendirmek ve hazırlıklı olmak önemlidir.

Çalışmanın ilk bölümünde, deprem senaryosunun tanımı yapılmış ve deprem senaryolarının hazırlık, risk değerlendirmesi ve acil durum planlaması için neden önemli olduğu açıklanmıştır. Acil durum planlaması, ülkemizde 7269 sayılı mevzuat çerçevesinde yönetilmekte olup, afet durumunda devletin hızlı bir şekilde müdahale etmesini ve vatandaşlara etkin yardımın sağlanmasını amaçlamaktadır.

İkinci bölümde, Şanlıurfa ilinin depremselliği incelenmiş ve bölgedeki aktif fay hatları ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Ayrıca, tarihsel olarak bölgede meydana gelmiş bazı önemli depremler ele alınarak bu

depremlerin etkileri değerlendirilmiştir. Bu bilgiler, Şanlıurfa'nın deprem riski altında olduğunu göstermektedir.

Üçüncü bölümde, Şanlıurfa için bir deprem senaryosu oluşturulması için gerekli etüt aşamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Depremsellik ve mikrobölgelendirme çalışmaları, hasar görülebilirlik belirlemeleri, yapı stoku incelenmesi gibi adımlar, senaryo depremin etkilerini değerlendirmek için önemli bilgiler sağlamaktadır.

Dördüncü bölümde, olası bir depremin Şanlıurfa'da yaratabileceği etkileri analiz etmek amacıyla senaryo depremin eşşiddet haritası oluşturulmuştur. Bu haritalar; ağır hasarlı, orta hasarlı ve az hasarlı bölgeleri belirleyerek acil durum planlamasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, depremin neden olabileceği ölüm, yaralanma ve tahliye ihtiyacı gibi faktörler hesaplanmıştır.

Son olarak çalışmanın genel sonuçları özetlenmiştir. Şanlıurfa'da olası bir depremin etkilerinin önceden değerlendirilmesinin, hazırlık ve acil durum planlaması açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Senaryo depremleri, yerel otoritelerin, bilim insanlarının ve deprem uzmanlarının hazırlık yapmalarına, riskleri değerlendirmelerine ve vatandaşları bilgilendirmelerine yardımcı olabilir.

Bu çalışmada senaryo depreminde sadece Şanlıurfa ili sınırları içerisinde 63.319 hanenin yıkılması veya ağır hasar alması, 4.423 kişinin hayatını kaybedeceği, 13.210 kişinin yaralanması ve yaklaşık olarak 35.000 kişinin yaşadığı şehri terk etmesi ön görülmüştür. Alınacak önlemler bu hasarı asgariye düşüreceğinden zararı minimize edecektir.

Bu çalışma, Şanlıurfa ilinde deprem riski ve hazırlık konularında farkındalık yaratmayı amaçlamaktadır. Ancak, gerçek bir deprem senaryosu oluşturulması için daha fazla detaylı araştırma ve yerel otoritelerle işbirliği gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] M.A. Özdemir ve M. İnceöz, Doğu Anadolu Fay Zonunda Karlıova Türkoğlu Arasında Akarsu Ötelenmelerinin Tektonik Verilerle Karşılaştırılması. AKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 2003.
- [2] E. Aksoy, E. Akgün, M. Softa, F. Koçbulut, H. Sözbilir, O. Tatar, S.Ç. Erol, 6 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) depreminin Doğu Anadolu Fay Zonu Erkenek ve Pazarcık Segmentleri Üzerindeki Etkisi: Çelikhan-Gölbaşı (Adıyaman) Arasından Gözlemler. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 5:1 (2023) 85-104.
- [3] B. Özmen, ve H. Can, Ankara İçin Deterministik Deprem Tehlike Analizi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 31:1(2016) 9-18.
- [4]. B. Özmen, Ankara için Deprem Olasılığı Tahminleri. Yerbilimleri. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülten, 34:1(2013) 23-36.
- [5] B. Özmen, İstanbul İli İçin Deprem Senaryosu. Türkiye Mühendislik Haberleri, 47:417 (2002) 23-28.
- [6] İ. S. Kaya, Türkiye'deki halk kütüphanelerinin afet yönetimi açısından yönetici görüşlerine göre değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilgi ve Belge Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Ankara, 2022.
- [7] M. Kaya, Türk kamu yönetiminde gönüllülük ve afet yönetimi. Atılım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2013.

- [8] L. Uzunçubuk, Yerleşim yerlerinde afet ve risk yönetimi. Ankara Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Ana Bilim Dalı / Kent ve Çevre Bilimleri Bilim Dalı, Doktora Tezi, 2005.
- [9] S. Durukan, ve E. Akbuğa, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) Göre Sıvılaşma Potansiyeli Analizi ve Sığacık (Seferihisar/İzmir) Örneği. Doğ Afet Çev Derg, 6:2 (2020) 304-318, doi: 10.21324/dacd.617423
- [10] N. C. A. Kılıç, Kayseri İli Ve Çevresinin Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Değerlendirme. 5. Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 16-17 Nisan 2021.
- [11] Ö. Uzun, ve S. Balyemez, İstanbul ve Antakya Şehirlerinde Deprem Risk Azaltma Çalışmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi – İAÜD, 12:3 (2020) 229-250.
- [12] AFAD İRAP “Şanlıurfa İl Afet Risk Azaltma Planı.” Erişim: 25.12.2023.
https://sanliurfa.afad.gov.tr/kurumlar/sanliurfa.afad/kutuphane/SANLIURFA_IRAP.pdf.
- [13] M.Ş. İmamoğlu, ve E. Çetin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği. D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 9 (2007) 93-103.
- [14] Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi “Şanlıurfa Kent Bilgi Sistemi”. Erişim:15.10.2023.
<https://webgis.sanliurfa.bel.tr:81/Kentrehberiapp/Index>.
- [15] TÜİK. “Türkiye İstatistik Kurumu”. Erişim: 14.12.2023. <https://www.tuik.gov.tr/>
- [16] Wikipedia. Wikipedia. Erişim: 10.09.2023. https://tr.wikipedia.org/wiki/2010_Elaz%C4%B1%C4%9F_depremi, https://tr.wikipedia.org/wiki/1975_Lice_depremi, https://tr.wikipedia.org/wiki/2003_Bing%C3%B6l_depremi
- [17] D. Kalafat, C. Zülfikar, E. Vuran, E. Kamer, 08 mart 2010 Başyurt-Karakoçan (Elazığ depremi), Boğaziçi Üni. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Mart 2010.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Altman Z-Skor Risk Raporunun Şirket Birleşmelerinde Nötrosifik Sayı Kümeleriyle Analizi Üzerine Çoklu Birleşme Uygulaması

Multiple Merger Application on Analysis of Altman Z-Score Risk Report with Neutrosophic Number Sets in Mergers

Yazar(lar) (Author(s)): Maşuk ÇETİN¹, M. Emin TENKEKİ²

¹ ORCID ID: 0000-0002-1582-8279

² ORCID ID: 0000-0001-5944-4704

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Çetin M., Tenekeci E.M., "Altman Z-Skor Risk Raporunun Şirket Birleşmelerinde Nötrosifik Sayı Kümeleriyle Analizi Üzerine Çoklu Birleşme Uygulaması", ***Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi***, 9(2): 103-117, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1405398



Altman Z-Skor Risk Raporunun Şirket Birleşmelerinde Nötrosifik Sayı Kümeleriyle Analizi Üzerine Çoklu Birleşme Uygulaması

Maşuk ÇETİN¹, M. Emin TENKEKİ^{2,*}

^{1,2,*}Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 63050, Haliliye/ŞANLIURFA

Öz

Edward Altman tarafından 1968 yılında tasarlanan Altman Z-Skor modeli, finansal risk analizi alanında oldukça yaygın bir şekilde kullanılan bir değerlendirme modelidir. Bu model, özellikle şirketlerin iflas riskini tahmin etmek ve finansal sağlıklarını değerlendirmek amacıyla finansal analistler ve yatırımcılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Altman Z-Skor modeli, belirli finansal göstergeleri dikkate alarak bir skor hesaplar ve bu skor, bir şirketin iflas riskini belirlemek için kullanılır. Bu manada alana büyük bir katkı yapacak nitelikte bir çalışma yapılarak Altman Z-Skoru nötrosifik sayılara uyarlanmıştır.

Bu çalışmada finansal risk analizinde kullanılan en yaygın modellerden olan Altman Z-skor modeli yapılan çalışma esas alınarak çoklu firmaların risk analizi bilgisayar programı yardımıyla yapılarak çalışmanın geliştirilmesi adına kodlama yapılmıştır. Bu çalışmanın kaynak kodları paylaşılarak 3. kullanıcılar tarafından muhasebe bilgi sistemlerine entegre edilmesi amaçlanmaktadır.

Multiple Merger Application on Analysis of Altman Z-Score Risk Report with Neutrosophic Number Sets in Mergers

Abstract

The Altman Z-Score model, developed by Edward Altman in 1968, is a widely used assessment model in the field of financial risk analysis. This model is frequently employed, particularly by financial analysts and investors, to predict the bankruptcy risk of companies and evaluate their financial health. The Altman Z-Score model calculates a score by taking specific financial indicators into account, and this score is used to determine a company's bankruptcy risk. However, new number systems and huge developments in the field of artificial intelligence have revealed the existence of artificial intelligence systems that can provide better results. In this sense, a study that will make a great contribution to the field has been carried out and the Altman Z-Score has been adapted to neutrosophic numbers.

In this study, the Altman Z-score model, which is one of the most common models used in financial risk analysis, was based on the study and the risk analysis of multiple companies was made with the help of a computer program and coding was done in order to generalize the study. The aim is to share the source codes of this study and integrate it into accounting information systems by third users.

Makale Bilgisi

Başvuru: 22/12/2023
Yayın: 30/08/2024

Anahtar Kelimeler

Z-Skor,
Risk Analiz,
Nötrosifik Sayılar,
Analitik Prosedürler

Keywords

Z-Score,
Risk Analysis,
Neutrosophic Numbers,
Analytical Procedures

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İşletmelerin kuruluşundaki temel amaç kar elde etmektir. Ancak zaman içerisinde işletmeler mali yapılarındaki bozulmalarla birlikte en son nokta olarak düşündükleri başarısızlık ve iflas gerçeği ile yüzyüze kalabilirler. Gümüzde yıllardan beri mevcut işletmelerin yanı sıra kısa süre içinde faaliyetlerini sonlandırarak iflas eden işletmeler de bulunmaktadır. Edward I. Altman, 1968 yılında iflas eden işletmelerin önceden tahmin edilmesi amacıyla finansal oranlar ve diskriminant analizi gibi finansal analiz yöntemlerini kullanarak önemli bir araştırma yürüttü. Bu çalışma sonucunda, işletmelerin mali durumlarını ve iflas risklerini değerlendirmek için kullanılan yaygın bir değerlendirme modeli olan "Altman Z-Skor modeli"ni

*İletişim yazarı, e-mail: etenekeci@harran.edu.tr

geliştirdi. Altman, bu modeli oluşturmak için 66 üretim işletmesinin finansal oranlarını detaylı bir şekilde inceledi ve çoklu diskriminant analizi yöntemini kullandı. Altman'ın Z-Skor modeli, işletmelerin iflas riskini öngörmek için kullanılacak beş farklı finansal oranın birleşiminden oluşur. Bu oranlar, işletmelerin likidite, karlılık, özkaynak, borç düzeyi ve işletmenin büyüklüğü gibi önemli finansal göstergeleri içerir. Her bir işletmenin bu oranlara göre hesaplanan Z skoru, işletmenin finansal sağlığını değerlendirmek ve iflas riskini tahmin etmek için kullanılır. Altman'ın araştırması, Z-Skor modelinin işletmelerin finansal başarısızlığını öngörmeye son derece etkili olduğunu göstermiştir. Z-Skor modeli, işletmelerin iflas riskini değerlendirmede ve yatırım kararları alırken kullanılan önemli bir araç haline gelmiştir. Model, farklı sektörlerde ve endüstrilerde kullanılmak üzere uyarlanmış ve finansal analistler, yatırımcılar ve kredi verenler için vazgeçilmez bir referans noktası haline gelmiştir.

Altman, Z Skoru'nun 2.99'dan büyük olan işletmeleri "güvenli bölge" olarak sınıflandırdı. Bu işletmelerin finansal başarısızlık riski düşüktür. Z Skorunda 1.81 ile 2.99 arasındaki işletmeleri "gri bölge" olarak sınıflandırdı. Gri bölgedeki işletmelere yatırım yaparken dikkatli olunmalıdır. Z-Skoru için 1.81'in altındaki işletmelerin ise yüksek finansal başarısızlık riskine sahip olarak kabul edildi. Altman'ın bu çalışması, finansal başarısızlığı tahmin etme konusunda özellikle bir yıl öncesinde %95 ve iki yıl öncesinde %72 gibi yüksek bir başarı oranı gösterdi. Z-Skor modeli zaman içinde farklı sektörlerde uyarlanarak geliştirildi. Altman'ın Z-Skor modeliyle işletmelerin olası iflasını tahmin etmek için istatistiksel açıdan türetilmiş en iyi bilinen modellerdendir [1-2].

Denetim sistemlerinin oluşturulmasında ve denetimde makul güvence matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanıldığı bilinmektedir. Nötrosifik sayılarla analiz yapılması da bu kapsamda değerlendirilebilir. Özellikle işletmelerin sürekliliği ve iflas riski birlikte değerlendirildiğinde denetçi finansal tabloların işletmelerin sınırsız bir ömre sahip olduğu ve öngörülebilir gelecekte faaliyetlerini sürdürebileceği varsayımı ile hazırlanmaktadır [2]. Finansal tablolar en az 12 aylık dönemi kapsayacak şekilde düzenlenir. İşletmenin sürekliliği kavramında buna atıf yapar. Denetçi sorumlulukları kapsamında finansal tabloların hazırlanmasında yönetimin işletmenin uzun vadeli sürdürülebilirliği temel almasının uygunluğunu belirlemek için gerekli ve elverişli denetim kanıtlarının sağlanması, işletme finansmanının ve performansının doğru bir şekilde değerlendirilmesi açısından önemlidir. İşletme birleşmelerinde iflas riskinin olup olmadığı süreklilik kavramıyla ölçülebileceği düşünülmektedir [3-5].

Bu çalışma amacıyla muhasebe verileriyle temellendirilen iflas riski tahmini modellerinden biri olan Altman'ın Z-skor modeli şirket birleşmelerinde nötrosifik kümeler uyarlanarak elde edilen sonuçlar klasik Altman'ın Z-skor modeli ile karşılaştırılmış ve literatüre yeni bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır. Altman-Z Skor ile yeni sayı sistemleri üzerine yapılmış ilk çalışma Karahan, M. vd. tarafından kaleme alınmış ve Amerika'da New Mexico Üniversitesi dergisi olan Neutrosophic Sets and Systems' de yayımlanmıştır. Bu çalışmada özel sektör hizmet sektörü firmalar için Z modeli üzerinde durularak, şirket birleşmelerinde bulanık mantık ve nötrosifik sayıların nasıl bir sonuç verdiği araştırılmıştır. Yapılan ilk çalışma sadece iki şirket birleşmesi için yapılırken, ortaya koyduğumuz çalışmada şirket birleşmelerinde sayı sınırlaması kaldırılarak 2'den fazla şirket birleşmeleri durumu ortaya konulmuştur.

2. BULANIK KÜMELER VE NÖTROSOFİK SAYI KÜMELERİ (FUZZY SETS AND NEUTROSOPHIC NUMBER SETS)

Bu başlıkta, bulanık kümelerin, bulanık sayıların, sezgisel bulanık kümelerin, sezgisel bulanık sayıların, nötrosifik kümelerin ve nötrosifik sayıların ayrıntılı tanımlamaları yapılmıştır. Bu terimler, matematiksel ve mantıksal yaklaşımlarla verileri ve belirsizlikleri ele almanın yollarını incelemek için kullanılan önemli araçlardır. Her bir terim, farklı bir perspektiften belirsizlikle başa çıkmak için tasarlanmıştır. Bu tanımlamalar, bu kavramların temel anlayışını ve nasıl kullanıldığını daha iyi anlamana yardımcı olacaktır. Önceden, bir kümenin tanımlanması genellikle bu kümeye ait bir öğenin varlığını tam olarak ve kesin bir şekilde saptamamız gereken bir şartla sınırlıydı. Yani, A kümesinin bir elemanının varlığını belirlerken, genellikle evrensel kümeden seçilmiş olan bir x elemanına karşı kesin bir "evet" ya da "hayır" yanıtı vermeyi beklenirdi. Bunun yerine, A kümesini bir kavram olarak ele alırken, yeni yaklaşımlar ve matematiksel teoriler, bu kesin belirsizlikle başa çıkmak için daha esnek bir çerçeve sunmaktadır.

$$\forall k \in K \text{ için } \mu_F(k) = \begin{cases} 1 & y \in F \\ 0 & y \notin F \end{cases}$$

ile tanımlanan $\mu_F: K \rightarrow \{0,1\}$ üyelik fonksiyonuyla ifade etmiştik. Zadeh tarafından yapılan tanıma göre de $0 \leq l \leq 1$ olmak üzere $k \in K$ elemanı, F kümesi için l üyelik derecesine sahip olan bir elemanı olmaktadır [6].

Tanım 1.1. $Y = \{y: y \in Y\}$ kümesi verilmiş olduğunu varsayalım. Her y elemanı için bir Y kümesi içinde tanımlanan $\mu_F(y) \in [0,1]$ olacak şekilde, $\mu_F: Y \rightarrow [0,1]$ kümesine Y 'nin F bulanık kümesi denir. μ_F fonksiyonu, F bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır ve $\mu_F(y)$ değeri, y elemanının F bulanık kümesine ne kadar üye olduğunu ifade eder. Bu üyelik derecelerinin tümü, $\mu_F(y)$ kümesi içinde F bulanık kümesinin elemanlarının üyelik derecelerini içerir [6].

0 ve 1, $[0,1]$ aralığının öğeleri olduğu için herhangi bir kümenin bu aralık içindeki elemanlarını, birer bulanık küme olarak kabul edebiliriz. Başka bir deyişle, $[0,1]$ aralığındaki her değeri, bir elemanın bir küme içindeki aidiyet derecesi olarak düşünebiliriz. Bu nedenle, her küme, bu aralık içindeki elemanlarına ait olma derecelerini ifade eden bir bulanık sayı olarak düşünülebilir.

Şayet; $\sup_{x \in X} \mu_F(x) = 1$ ise bulanık kümeye normal denir [7].

Tanım 1.2. Eğer her $k \in K$ için $\mu_A(k) \leq \mu_B(k)$ ise $A \subset B$ denir.

Tanım 1.3. Bulanık kümeler için birleşme işlemi; $C \cup B$, " \vee " bulanık kümelerde en büyük olanı işlemi olacak şekilde aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{C \cup B}(k) = \mu_A(k) \vee \mu_B(k), k \in K$$

Tanım 1.4. Bulanık kümelerin kesişimi işlemi için verilen bulanık kümelerde en küçük olanı olacak şekilde aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{A \cap C}(k) = \mu_A(k) \wedge \mu_C(k) \forall k \in K$$

Benzer biçimde $\{A_t: t \in T\}$ bulanık kümelerinin bir sınıfı ise $\cup_{t \in T} A_t$ ve $\cap_{t \in T} A_t$ bulanık kümeleri için de aynı üyelik fonksiyonları kullanılmasıyla;

$\sup_{t \in T} \mu_{A_t}(k)$ ve $\inf_{t \in T} \mu_{A_t}(k)$ ile bulunur [8].

Tanım 1.5. G bulanık küme olmak üzere; G kümesinin tümleyeni \bar{G} aşağıda olduğu gibi tanımlanır;

$$\mu_{\bar{G}}(k) = 1 - \mu_G(k) \quad \forall k \in K$$

Teorem 1.1. Bulanık kümeler için birleşime, kesişime ve tümleyeni işlemleri aşağıda verilen özelliklere sahiptir [8].

Tek kuvvet özelliği;

$$G \cup G = G$$

$$G \cap G = G$$

Değişme özelliği;

$$A \cup G = G \cup A$$

$$A \cap G = G \cap A$$

Tümleme özelliği;

$$\bar{\bar{G}} = G$$

Yutma özelliği;

$$G \cup (G \cap B) = G$$

$$G \cap (G \cup B) = G$$

Evrensel- boş kümede yutma özelliği; $G \cup X = X$

$$G \cap \emptyset = \emptyset$$

Özdeşlik özelliği;

$$G \cap X = G$$

$$B \cup \emptyset = B$$

Birleşim özelliği;

$$G \cup (H \cup C) = (G \cup H) \cup C$$

$$G \cap (H \cap C) = (G \cap H) \cap C$$

Dağılma özelliği;

$$B \cap (\cup_{k \in K} A_k) = \cup_{k \in K} (A_k \cap B)$$

$$B \cup (\cap_{k \in K} A_k) = \cap_{k \in K} (A_k \cup B)$$

De-Morgan kuralı;

$$\overline{(\cup_{k \in K} A_k)} = \cap_{k \in K} \bar{A}_k$$

$$\overline{(\cap_{k \in K} A_k)} = \cup_{k \in K} \bar{A}_k$$

Klasik kümeden farklı olarak;

$$\mu_{A \cup \bar{A}}(k) \neq \mu_K(k)$$

$$\mu_{A \cap \bar{A}}(k) \neq \mu_{\emptyset}(k)$$

olabilecektir.

Tanım 1.6. $G \in V(k)$ olsun. $\{y: \mu_G(k) > 0\}$ klasik kümesi için G 'nin desteği olarak adlandırılır ve $\sup G$ ile gösterilir.

Tanım 1.7. $G \in V(k)$ olsun. $\forall \alpha \in [0,1]$ için

$$\{k: \mu_G(xk) \geq \alpha\} \text{ ve } \{k: \mu_G(k) > \alpha\}$$

olmak üzere bu klasik kümeler α – kesim, güçlü α - kesim kümeleri olarak adlandırılır ve sırasıyla $G_\alpha, G_{\alpha+}$ ile gösterilir [8].

Tanım 1.8. $K = (-\infty, \infty)$ olsun. Eğer $\forall \alpha \in 0,1$ ve G_α bir sonlu kapalı aralık olmak üzere $G \in V(k)$ bulanık kümesinde bulanık sayı olarak adlandırılır. Eğer G bulanık kümesi için üyelik fonksiyonu, $m, r \in R$ ve $r \geq 0$ şartını sağlamak üzere;

$$\mu_G(k) = \begin{cases} 0, & k < m - r \text{ veya } k > m + r \\ \frac{k - m + r}{r}, & m - r \leq k < m \\ \frac{m + r - k}{r}, & m \leq k < m + r \\ 1, & k = m \end{cases}$$

Olduğu takdirde G üçgensel bulanık sayı olarak adlandırılır [8].

Tipik olarak, üçgensel bulanık sayılar, daha genel kategoride yer alan bulanık sayıların özel bir türüdür. Öte yandan, herhangi bir reel sayı, özel bir üçgensel bulanık sayı olarak düşünülebilir. Bu nedenle, herhangi bir reel sayı, aslında bir bulanık sayıdır. Reel sayılar, genellikle kesirler, tam sayılar veya ondalık sayılar gibi kesin değerleri ifade etmek için kullanılırken, üçgensel bulanık sayılar, bir değeri hem belirsizlik hem de kesinlik derecesi ile ifade etmek amacıyla kullanılır. Bu nedenle, her üçgensel bulanık sayı, genellikle bir belirsizlik faktörünü içeren ve dolayısıyla daha geniş bir açıklama ve değer yelpazesi sunan bir bulanık sayı olarak kabul edilir.

Tanım 1.9. $L = (-\infty, \infty)$ olsun. Eğer $\forall l_1, l_2, l_3 \in K$ için $l_1 \leq l_2 \leq l_3$

$$\mu_L(l_2) = \mu_K(l_1) \wedge \mu_K(l_3)$$

ise $L \in V(l)$ bulanık kümesine konveks olarak adlandırılır [8].

Teorem 1.2. Bulanık sayıların özelliklerini tanımlar. Buna göre, herhangi bir bulanık sayı, gerçek sayıların tam aralığı olan $(-\infty, \infty)$ içinde bir konveks bulanık alt kümesini temsil eder. Bu alt kümeler, bir değerin bu belirli bulanık alt kümeye ait olma derecesini belirleyen üyelik fonksiyonlarına sahiptir. Özellikle, bu üyelik fonksiyonları üstten yarı süreklidir, yani bu fonksiyonların değerleri, artan veya azalan bir şekilde sürekli

olarak değişir. Yani, herhangi bir gerçek sayıyı temsil eden bir bulanık sayı, bu gerçek sayının bulanık bir açıklamasıdır ve bu açıklamanın doğruluk derecesi belirli bir üyelik fonksiyonu ile tanımlanır.

Tanım 1.10. E, F bulanık sayılar olsun. Bu durumda $E + F, E - F, E \cdot F, E/F$ aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\mu_{E+F}(k) = \sup_{m+l=k} [\mu_E(m) \wedge \mu_F(l)]$$

$$\mu_{E-F}(k) = \sup_{m-l=k} [\mu_E(m) \wedge \mu_F(l)]$$

$$\mu_{E \cdot F}(k) = \sup_{m \cdot l=k} [\mu_E(m) \wedge \mu_F(l)]$$

$$\mu_{\frac{E}{F}}(k) = \sup_{\frac{m}{l}=k, l \neq 0} [\mu_E(m) \wedge \mu_F(l)]$$

Tanım 1.11. U bir evrensel küme olmak üzere; $\forall k \in E, 0^- \leq T_B(k) + I_B(k) + F_B(k) \leq 3^+$ olmak üzere, $T_B: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$, $I_B: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$ ve $F_B: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$ fonksiyonları ile U üzerinde bir B nütrosifik küme;

$$B = \{\langle k, T_B(k), I_B(k), F_B(k) \rangle : k \in U\}$$

İle tanımlanır. Burada $T_B(k), I_B(k)$ ve $F_B(k)$ sırasıyla $k \in E$ nin doğruluk, kararsızlık ve yanlışlık derecesidir. Ayrıca $^{-0} = 0 + \varepsilon$ ve $1^+ = 1 + \varepsilon$ olarak alınmıştır [8].

U bir evrensel küme olmak üzere;

$$\forall k \in U, 0^- \leq T_G(k) + I_G(k) + F_G(k) \leq 3^+$$

olmak üzere;

$$T_G: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$I_G: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$F_G: U \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

E üzerinde bir G nütrosifik kümesi için;

$$G = \{\langle K, T_G(k), I_G(k), F_G(k) \rangle : k \in U\}$$

$T_G(k)$ $k \in U$ 'nun doğruluk

$I_G(k)$ $k \in U$ 'nun kararsızlık

$F_G(k)$ $k \in U$ 'nun yanlışlık

derecesidir.

Tanım 1.12 U bir evrensel küme ve

$$\forall k \in U, 0 \leq T_G(k) + I_G(k) + F_G(k) \leq 3$$

olmak üzere, $T_G: U \rightarrow [0,1]$, $I_B: U \rightarrow [0,1]$ ve $F_G: U \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları U üzerinde G tek değerli bir nütrosifik küme

$$G = \{(k, T_G(k), I_G(k), F_G(k)): k \in U\}$$

kümesi ile tanımlanır ve buradaki $T_G(k)$, $I_G(k)$ ve $F_G(k)$ sırasıyla $k \in U$ için doğruluk, kararsızlık, yanlışlık derecesi olarak adlandırılır.

Not: Nütrosifik kümede bir eleman için; $T_A(x) = 0$ ve $I_A(x) = F_A(x) = 1$ ise bu eleman ilgili kümeye yazılamayacaktır ve bu kümenin elemanı olamaz.

Tanım 1.13 A_1 ve A_2 nütrosifik küme olmak şartıyla;

1. Her $k \in E$ için A_2 nin A_1 yi kapsaması $A_1 \hat{=} A_2$ ile gösterilir ve üyelik dereceleri

$$T_{A_1}(k) \leq T_{A_2}(k)$$

$$I_{A_1}(k) \geq I_{A_2}(k)$$

$$F_{A_1}(k) \geq F_{A_2}(k)$$

şeklinde tanımlanır.

$$A_1 \hat{=} A_2,$$

$$T_{A_1}(k) \leq T_{A_2}, I_{A_1}(k) \geq I_{A_2}(k), F_{A_1}(k) \geq F_{A_2}(k)$$

2. Her $k \in E$ için $T_{A^c}(k) = F_A(k)$, $I_{A^c}(k) = 1 - I_A(k)$ ve $F_{A^c}(k) = T_A(k)$ olmak

Üzere A 'nın A^c ile gösterilen tümleyeni;

$$A^c = \{(k, T_{A^c}(k), I_{A^c}(k), F_{A^c}(k)), x \in E\}$$

şeklinde tanımlanır.

A 'nın A^c tümleyeni

$$T_{A^c}(k) = F_A(k) \quad I_{A^c}(k) = 1 - I_A(k) \quad F_{A^c}(k) = T_A(k)$$

3. A_1 İle A_2 nin eşitliği $A_1 \hat{=} A_2$ ile gösterilir ve

$$\forall x \in E \text{ için } A_1 \hat{=} A_2 \text{ ise, } A_1 \hat{=} A_2 \text{ ve } A_2 \hat{=} A_1$$

şeklinde tanımlanır.

4. Her $x \in E$ için;

$$T_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x) = \max\{T_{A_1}(x), T_{A_2}(x)\},$$

$$I_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x) = \min\{I_{A_1}(x),$$

$I_{A_2}(x)\}, F_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x) = \min\{F_{A_1}(x), F_{A_2}(x)\}$ olmak üzere A_1 ile A_2 nin $A_1 \hat{\cup} A_2$ ile gösterilen birleşimi;

$$A_1 \hat{\cup} A_2 = \{ \langle x, T_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x), I_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x), F_{A_1 \hat{\cup} A_2}(x) \rangle : x \in E \}$$

şeklinde tanımlanır.

5. Her $x \in E$ için;

$$T_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x) = \min\{T_{A_1}(x), T_{A_2}(x)\},$$

$$I_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x) = \max\{I_{A_1}(x), I_{A_2}(x)\},$$

$$F_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x) = \max\{F_{A_1}(x), F_{A_2}(x)\}$$

Olmak üzere A_1 ile A_2 nin $A_1 \hat{\cap} A_2$ ile gösterilen kesişimi;

$$A_1 \hat{\cap} A_2 = \{ \langle x, T_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x), I_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x), F_{A_1 \hat{\cap} A_2}(x) \rangle : x \in E \}$$

şeklinde tanımlanır.

6. Her $x \in E$ için;

$$T_{A_1 \hat{+} A_2}(x) = T_{A_1}(x) + T_{A_2}(x) - T_{A_1}(x) \cdot T_{A_2}(x), I_{A_1 \hat{+} A_2}(x) =$$

$$I_{A_1}(x) \cdot I_{A_2}(x), F_{A_1 \hat{+} A_2}(x) = F_{A_1}(x) \cdot F_{A_2}(x)$$

olmak üzere

A_1 ile A_2 nin $A_1 \hat{+} A_2$ ile gösterilen toplama işlemi;

$$A_1 \hat{+} A_2 = \{ \langle x, T_{A_1 \hat{+} A_2}(x), I_{A_1 \hat{+} A_2}(x), F_{A_1 \hat{+} A_2}(x) \rangle : x \in E \}$$

şeklinde tanımlanır.

7. Her $x \in E$ için;

$$T_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x) = T_{A_1}(x) \cdot T_{A_2}(x),$$

$$I_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x) = I_{A_1}(x) + I_{A_2}(x) - I_{A_1}(x) \cdot I_{A_2}(x), F_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x) = F_{A_1}(x) + F_{A_2}(x) - F_{A_1}(x) \cdot F_{A_2}(x) \text{ olmak}$$

üzere A_1 ile A_2 nin $A_1 \hat{\cdot} A_2$ ile gösterilen çarpma işlemi;

$$A_1 \hat{\cdot} A_2 = \{ \langle x, T_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x), I_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x), F_{A_1 \hat{\cdot} A_2}(x) \rangle : x \in E \}$$

şeklinde tarif edilir.

8. A ' nin λ gibi bir skalerle λA ile gösterilen çarpımı, $\lambda > 0$ için

$$\lambda A = \langle 1 - (1 - T_A)^\lambda, (I_A)^\lambda, (F_A)^\lambda \rangle$$

şeklinde tanımlanır.

9. B ' nin λ kuvveti B^λ ile gösterilir ve $\lambda > 0$ için

$$B^\lambda = \langle (T_B)^\lambda, 1 - (1 - I_B)^\lambda, 1 - (1 - F_B)^\lambda \rangle$$

şeklinde tanımlanır.

2. ALTMAN Z-SKOR MODELİ (ALTMAN Z-SCORE MODEL)

Bu modelde, Edward Altman, toplamda 22 farklı finansal oranı dikkate alarak bunları 5 ayrı gruba bölmüştür. Bu gruplandırma sonucunda, Altman önemli bir diskriminant modeli oluşturmuştur. Oluşturulan bu model, işletmelerin finansal durumlarını ve iflas riskini daha ayrıntılı ve hassas bir şekilde değerlendirmek için kullanılır. Bu model;

$$Z = 0,012. A_1 + 0,014. A_2 + 0,033. A_3 + 0,006. A_4 + 0,999. A_5$$

- A_1 = İşletme Dönen Varlıkları / Toplam Aktifler
- A_2 = Tahsis Edilmemiş Karlar / Toplam Aktifler
- A_3 = Faiz ve Vergi Öncesi kar / Toplam Aktifler
- A_4 = Öz Sermeye / Toplam Borçlar
- A_5 = Net satışlar / Toplam Aktifler

Yukarıdaki işleme göre, işletmeler Z-Skor'u 1,81'in altında olanlar için riskli, 1,81 ile 2,99 arasında olanlar için belirsiz ve 2,99'un üzerinde olanlar için güvenli olarak değerlendirilir. Ne var ki, bu modelin temel tasarımı, öncelikle halka açık şirketlerin finansal sağlığını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu nedenle, özel şirketler ve hizmet sektörü gibi üretim dışı sektörlerde finansal başarısızlığı öngörmek için aynı derecede etkili olup olmadığına dair bazı eleştiriler bulunmaktadır. Bu eleştiriler, modelin genellikle halka açık şirketlerin özel şirketlerden veya farklı sektörlerden daha farklı finansal yapıya sahip olabileceği gerçeğini dikkate alarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, modelin uygulanabilirliği ve doğruluk derecesi, işletme türü ve sektörel farklılıklara göre değişebilir. Altman [9] çalışmasında hizmet sektörü ile özel sektör imalat için 2 yeni model, bazı düzenlemelerle ortaya çıkartmıştır [9].

Özel sektör imalat firmaları için Altman Z-modeli;

- $Z = 0,717. A_1 + 0,847. A_2 + 3,107. A_3 + 0,42. A_4 + 0,998. A_5$

Özel sektör hizmet sektörü firmalar için Altman Z-modeli;

- $Z = 6,56. A_1 + 3,26. A_2 + 6,72. A_3 + 1,05. A_4$

Yeni model, A5 değişkenini dışlamış ve imalat sektörünün etkisini azaltmıştır. Bu sonuç, yeni modellerin katsayılarının değişmesine yol açmış ve sonuç olarak Z-skor aralıklarını etkilemiştir. Ortaya konulan tüm Z-skor modelleri aralıkları aşağıda sunulmuştur.

- a. Halka Açık İmalat Sektörü Firmalar için Z Skor Aralıkları [10].

- Z-skör > 2,99 ise; güvenli
- $1,81 \leq Z\text{-skör} \leq 2,99$ ise; belirsiz
- Z-skör < 1,8 ise; sıkıntılı

b. Özel Sektör İmalat Firmaları için Altman Z-Skor Aralıklar[10].

- Z-skör > 2,90 ise; güvenli
- $1,23 \leq Z\text{-skör} \leq 2,90$ ise; belirsiz
- Z-skör <1,23 ise; sıkıntılı

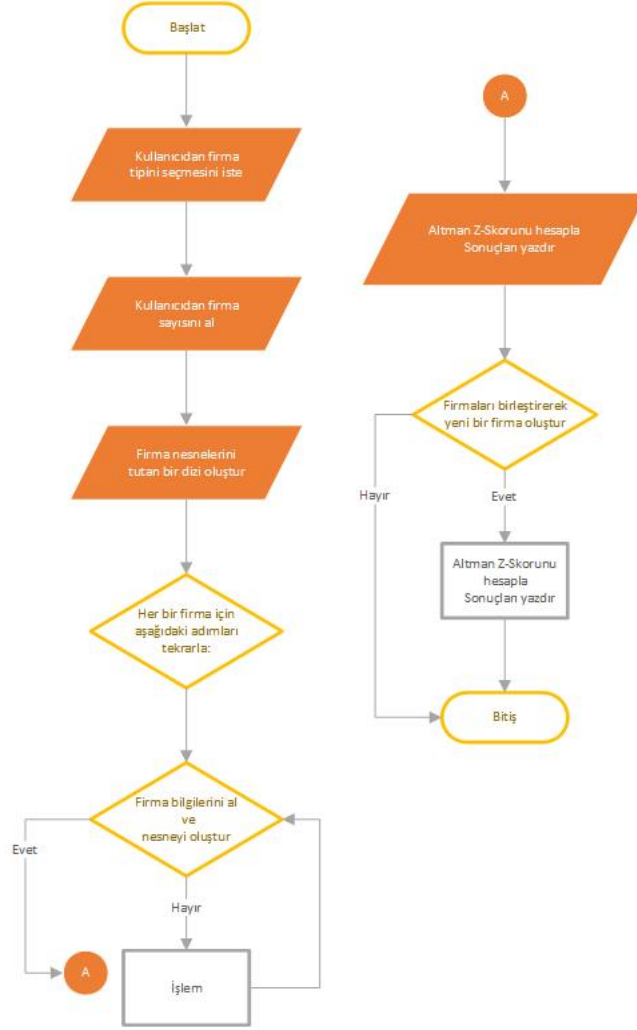
c. Özel Sektör Hizmet Firmaları için Altman Z-Skor Aralıklar [10].

- Z-skör > 2,60 ise; güvenli
- $1,1 \leq Z\text{-skör} \leq 2,60$ ise; belirsiz

Z-skör < 1,1 ise; sıkıntılı

Çalışmada uygulama sürecinde firma bilgileri alınarak Z-Altman Skoru hesaplanacaktır. Bu hesaplanan nütrosofik kümeler ile analiz edilerek risk değeri hesaplanacaktır. Uygulama sürecinde takip edilecek iş süreci Şekil 1' de verilen iş akışına göre gerçekleştirilmektedir;

1. İlk aşamada firma tipi seçilerek kullanılacak Altman-Z modeli belirlenecektir.
2. Sonraki aşamada firma sayısı belirlenerek verilerin girilmesi istenmektedir.
3. Elde edilen veriler normalleştirme yapılarak nütrosofik sayılara uyarlanacaktır.
4. Klasik yöntem karşılaştırması yapılabilmesi için nütrosofik sayıların yüzdelik oranları bulunup klasik yöntem yüzdelikleriyle kıyaslanacaktır.



Şekil 1. Önerilen modelin uygulama iş akış diyagramı.

3. ALTMAN Z-SKORUN NÖTROSOFİK KÜMELER İLE DEĞERLENDİRİLME MODELİ (ALTMAN Z-SCORE EVALUATION MODEL WITH NEUTROSOPHIC SETS)

Eğitim veya analiz amaçlarıyla kullanılan bir modellemeye dayanarak, A ve B şirketlerine ait toplam varlıklar, çalışma sermayesi, dağıtılmayan karlar, faiz ve vergi öncesi kar, öz kaynak ve borçlarla ilgili veriler, bu çalışmanın gizliliği koruma amacıyla açıklanmayan isimleriyle sunulmuştur [11].

A işletmesi için;

- Çalışma Sermayesi = 21.552.520,00 ₺
- Toplam Varlıklar = 29.147.026,00 ₺
- Dağıtılmayan Karlar = 84.157,00 ₺
- Faiz ve Vergi Öncesi Kar = 11.517.421,00 ₺
- Öz Kaynak = 24.581.236,00 ₺
- Borçlar = 4.565.790,00 ₺

- Net Satışlar = 18.413.971,00 ₺

Verilen bilgiler ışığında A şirketi için;

- $A_1 = \text{Çalışma Sermayesi} / \text{Toplam Varlıklar Oranı} = 0,7394414785$
- $A_2 = \text{Dağıtılmayan Karlar} / \text{Toplam Varlıklar Oranı} = 0,0028873272$
- $A_3 = \text{Faiz ve Vergi Öncesi kar} / \text{Toplam Varlıklar Oranı} = 0,3951490969$
- $A_4 = \text{Öz Kaynak} / \text{Toplam Borçlar Oranı} = 5,3837859385$
- $A_5 = \text{Net satışlar} / \text{Toplam Varlıklar Oranı} = 0,6317615732$

Olup, sonuç olarak A şirketi için elde edilen Altman-Z Skoru;

$$Z = 0,717. X_1 + 0,847. X_2 + 3,107. X_3 + 0,42. X_4 + 0,998. X_5 = 4,652041494$$

B işletmesi için;

- Çalışma Sermayesi = 23.519.164,00 ₺
- Toplam Varlıklar = 47.405.811,00 ₺
- Dağıtılmayan Karlar = 954.663,00 ₺
- Faiz ve Vergi Öncesi Kar = 12.244.001,00 ₺
- Öz Kaynak = 36.727.311,00 ₺
- Borçlar = 10.678.500,00 ₺
- Net Satışlar = 41.524.596,00 ₺

A ve B şirketlerinin birleşmesi sonucunda elde edilen Skor(Z Skoru);

$$Z = 0,717. B_1 + 0,847. B_2 + 3,107. B_3 + 0,42. B_4 + 0,998. B_5 = 3,868562186$$

A şirketi için normalleştirme ve nütrosifik sayılara uyarlanması;

$$T_A: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$I_A: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$F_A: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

için;

$$T_A(x) \quad x \in E \quad \text{nin} \quad \text{Doğruluk Derecesi} = 0,3766177702$$

$$I_A(x) \quad x \in E \quad \text{nin} \quad \text{Kararsızlık Derscesi} = 0,3589821806$$

$$F_A(x) \quad x \in E \quad \text{nin} \quad \text{Yanlışlık Derecesidir} = 0,2644000492$$

B şirketi için normalleştirme ve nütrosifik sayılara uyarlanması;

$$T_B: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$I_B: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$F_B: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

için;

$$T_B(x) \quad x \in E \quad \text{nin Doğruluk Derecesi} = 0,170000531$$

$$I_B(x) \quad x \in E \quad \text{nin Kararsızlık Derecesi} = 0,477965211$$

$$F_B(x) \quad x \in E \quad \text{nin Yanlışlık Derecesidir} = 0,352034257$$

A ve B şirketlerinin birleşmesi sonucunda elde edilen C şirketi için Altman-Z Skoru; normalleştirilmesi sonucu elde edilen sonuçlar [12] [13].

$$T_C: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$I_C: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$F_C: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

için;

$$T_C(x) \quad x \in E \quad \text{nin Doğruluk Derecesi} = 0,2503674853$$

$$I_C(x) \quad x \in E \quad \text{nin Kararsızlık Derecesi} = 0,4316849309$$

$$F_C(x) \quad x \in E \quad \text{nin Yanlışlık Derecesidir} = 0,3179475838$$

A ve B şirketlerinin birleşmeden Altman-Z Skorunun normalleştirilmesi sonucu elde edilen sonuçların nütrosifik sayılara uyarlanması ve nütrosifik sayılarla birleştirilmesi. Bu birleşmeyi klasik Altman- Z Skor'unundan ayırt edebilmek için AB indisini kullanalım [12].

$$T_{AB}: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$I_{AB}: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

$$F_{AB}: E \rightarrow]^{-0}, 1^+[$$

için;

$$T_{AB}(x) \quad x \in E \quad \text{nin Doğruluk Derecesi} = 0,6458237826$$

$$I_{AB}(x) \quad x \in E \quad \text{nin Kararsızlık Derecesi} = 0,2296159870$$

$$F_{AB}(x) \quad x \in E \quad \text{nin Yanlışlık Derecesidir} = 0,1245602304$$

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Çalışmamız da ele alınan A ve B şirketleri için elde edile verilerin klasik Altman-Z skoru ve nütrosifik sayılarla elde edilen sonuçları Java tabanlı olarak kodlanıp 3. kullanıcıların faydalanması için açık kaynak kodlu olarak sunulmuş olup;

1. Klasik yöntemde doğruluk derecesi daha düşük çıkarıken lineer olmayan nütrosifik sayıların kullanılması sonucu elde edilen verilerle 2'den fazla şirketin birleşme durumunun nütrosifik sayılara göre incelenmesi sağlanmıştır.
2. Klasik yöntemle kıyasla muhasebe bilgi sistemlerine farklı bakış açısı kazandıracak olan bu sistemin şirket birleşmelerinde olası iflas riskinin daha iyi analiz edilmesi sağlanacaktır.
3. Şirket birleşmelerinde nütrosifik sayıların kullanılması piyasada tekelleşme ve fiyatların tekel olan işleme tarafından belirlenmesi sonucu elde edilecek pozitif faydayı hesaba katma yönünde eğilim göstererek klasik yöntemin etkisiz kaldığı bu durumu daha iyi değerlendirme imkânı sunmuştur.

Tüm bu sonuçlarla birlikte klasik 2'den fazla şirket birleşmesi durumlarının karşılaştırılmalı analizinde Altman-Z modelinde diskriminant yönteminden elde edilen formül şirket birleşmelerinin şirkete katacağı pozitif faydayı hesaplamada yetersiz kalırken nütrosifik sayılarla elde edilen sonuçlara baktığımızda ise şirket birleşmelerinin şirket lehine daha olumlu bir katkı sağlayacağı ve şirket içindeki olumsuzluk ve kararsızlık durumlarının azalacağı 2'den fazla firma birleşmesi içinde öngörülmüş. Dolayısıyla lineer yöntemler şirket birleşmelerindeki şirket mali verilerindeki doğruluk oranı artmakta şirket için daha olumlu sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] S. K. Hayes, K. A. Hodge, L. W. Hughes, A study of the efficacy of Altman's Z to predict bankruptcy of specialty retail firms doing business in contemporary times. *Economics & Business Journal: Inquiries & Perspectives*, 3:1 (2010) 130-134.
- [2] M. Karahan, M. A. Çoban, Muhasebe ve finans personellerinin denetime bakış açıları (Gaziantep)," *International Journal of Social Humanities Sciences Research*, 4:14 (2017) 1785-1793.
- [3] M. A. Yüzbaşıoğlu, M. Karahan, Muhasebe denetiminin Türk hukuk sistemindeki yerinin incelenmesi, *Journal of Pure Social Sciences (Puresoc)-Pak Sosyal Bilimler Dergisi (Paksos)*. 2:3 (2021) 77-87.
- [4] M. Şahin, A. Kargın, M. A. Çoban, Fixed point theorem for neutrosophic triplet partial metric space, *Symmetry*, 10:7 (2018) 240.
- [5] S. Nayebyan, *Isa 570 Going Concern: Implementation and Recommendations in Turkey*, Marmara Üniversitesi (Turkey), 2019.
- [6] J. A. Goguen, LA Zadeh. Fuzzy sets. *Information and control*, 8 (1965) 338-353.-LA Zadeh. Similarity relations and fuzzy orderings. *Information sciences*, 3 (1971), 177-200, *The Journal of Symbolic Logic*, 38:4 (1973) 656-657.
- [7] A. De Luca, S. Termini, Entropy of L-fuzzy sets, *Information and control*, 24:1 (1974) 55-73.
- [8] F. Smarandache, *A unifying field in logics neutrosophy: Neutrosophic probability, set and logic*, ed: American Research Press, Rehoboth, 1999.

- [9] E. Altman, Revisiting the Z-Score and ZETA®, Predicting Financial Distress of Companies, 2:16 (2000).
- [10] E. I. Altman, Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, The journal of finance, 23:4 (1968) 589-609.
- [11] F. Smarandache, Neutrosophic set is a generalization of intuitionistic fuzzy set, inconsistent intuitionistic fuzzy set (picture fuzzy set, ternary fuzzy set), pythagorean fuzzy set, spherical fuzzy set, and q-rung orthopair fuzzy set, while neutrosophication is a generalization of regret theory, grey system theory, and three-ways decision (revisited), Journal of New Theory, 29 (2019) 1-31.
- [12] M. Karahan, M. A. Yüzbaşıoğlu, Estimating Re-Evaluation of the Risk Report Obtained Using the Altman Z-Score Model in Mergers with Neutrosophic Numbers, Neutrosophic Sets and Systems. 43 (2021) 54-60.
- [13] N. Olgun, M. Şahin, A. Kargin, M. A. Çoban, Partial Normed Spaces, Reviews in Contemporary Mathematics, 1:1 (2017), 1-8.



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

Türkiye’de Ekip Çizelgeleme Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi

Bibliometric Analysis of Graduate Theses on Team Scheduling in Türkiye

Yazar(lar) (Author(s)): *Ecem Şevval PINARCI¹, Cem Tarık VURUŞKAN², Emel GÜVEN³, Tamer EREN⁴*

¹ ORCID ID: 0009-0004-6784-0925

² ORCID ID: 0009-0000-9934-0061

³ ORCID ID: 0000-0001-6106-9720

⁴ ORCID ID: 0000-0001-5282-3138

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Pınarcı E. Ş., Vuruşkan C., Güven E., Eren T., “Türkiye’de Ekip Çizelgeleme Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(2): 118-130, (2024).

DOI: 10.46578/humder.1509219



Türkiye’de Ekip Çizelgeleme Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi

Ecem Şevval PINARCI¹, Cem Tarık VURUŞKAN², Emel GÜVEN³, Tamer EREN⁴. *

^{1,2,3,4}*Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450, Yahşihan/KIRIKKALE

Öz

Ekip çizelgelemesi, proje yönetimi alanında temel bir araç olarak kabul edilmekte olup, projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreç, bir proje ekibinin kaynaklarını, görevlerini ve zamanlamalarını organize etmek için kullanılan stratejik bir yöntemdir. Ekip çizelgelemesi, öncelikle proje ekibinin rollerini ve sorumluluklarını netleştirir. Bu, her bir ekip üyesinin ne tür görevler üstleneceğini ve bu görevlerin hangi zaman dilimlerinde tamamlanacağını belirler. Çalışmanın amacı, Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi Elektronik Arşivi (YÖKTEZ) veri tabanında bulunan “Ekip Çizelgeleme” alanında yapılan çalışmaları bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemektir. Bu doğrultuda, YÖKTEZ üzerinden 1991-2024 yılları aralığında “Ekip Çizelgeleme” taraması yapıp toplamda 30 lisansüstü tez çalışması üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında “Ekip çizelgeleme” alanında en çok çalışmanın “2008” yılında yapıldığı ve yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğu görülmüştür. Ayrıca konu kapsamında en fazla “Ekip Çizelgeleme” tez çalışmasının yapıldığı elde edilen bulgulardandır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalardaki tez başlıkları, özet ve anahtar kelimeler incelendi ve en fazla çalışılan temaların “Ekip rotasyon, Ekip eşleme, Karar destek sistemi geliştirilmesi” olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi Elektronik Arşivi (YÖKTEZ) veri tabanında yapılan bibliyometrik analiz, Türkiye’de ekip çizelgeleme alanındaki akademik çalışmaları sistematik bir şekilde incelemeyi ve bu çalışmaların hangi konulara odaklandığını, hangi yöntemlerin kullanıldığını ve hangi sonuçların elde edildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu tür bir analiz, ekip çizelgeleme konusundaki bilgi boşluklarını belirlemeye, yeni araştırma alanları önermeye ve bu alandaki bilgi birikimini artırmaya yardımcı olacaktır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 03/07/2024
Yayın: 30/08/2024

Anahtar Kelimeler

Ekip Çizelgeleme
Bibliyometrik Analiz
Lisansüstü Tez

Keywords

Crew Scheduling
Bibliyometric Analysis
Graduate Thesis

Bibliometric Analysis of Graduate Theses on Team Scheduling in Turkey

Abstract

Team scheduling is considered an essential tool in the field of project management and plays a critical role for the successful completion of the project. This process is a strategic method used to organize a project team's resources, tasks, and schedules. Team scheduling first clarifies the roles and responsibilities of the project team. This determines what types of tasks each team member will take on and in what time frames those tasks will be completed. The aim of the study is to examine the studies in the field of "Team Scheduling" in the database of the National Thesis Center Electronic Archive (YÖKTEZ) of the Council of Higher Education by bibliometric analysis method. In this direction, "Team Scheduling" was scanned between 1991-2024 through YÖKTEZ and analysis was carried out on a total of 30 graduate thesis studies. Within the scope of the analysis, it was seen that the most studies in the field of "Team Scheduling" were carried out in "2008" and the majority of the studies were master's thesis. In addition, it is one of the findings obtained that the most "Team Scheduling" thesis studies were carried out within the scope of the subject. For this purpose, thesis titles, abstracts and keywords in the studies were examined and it was observed that the most studied themes were "Team rotation, Team matching, Decision support system development". The bibliometric analysis carried out in the database of the National Thesis Center Electronic Archive (YÖKTEZ) of the Council of Higher Education aims to systematically examine the academic studies in the field of team scheduling in Turkey and to reveal which topics these studies focus on, which methods are used and what results are obtained. This type of analysis will help identify knowledge gaps in team scheduling, suggest new areas of research, and increase knowledge in the field.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çizelgeme, üretim sistemlerinde işlenecek iş emirlerinin veya siparişlerin, hangi kaynaklar tarafından ve hangi zaman aralığında yapılacağına belirlenmesidir. Bu aşamada, sevkiyat, üretim ve malzeme temin planları doğrultusunda işlerin ve operasyonların hangi sırada yapılması gerektiği belirlenir. "Ekip" kavramı, insanların belirli bir hedefe ulaşmak için bir araya gelerek birbirleriyle iş birliği yapmalarını ifade eder [1]. İşletmeler açısından personel planlaması önemli bir konudur. Görevlerin uygun çalışanlara doğru zamanda atanması ve işgücünün etkin kullanımı, üretim veya hizmet sürecinin kesintisiz devam etmesini sağlar [2].

Havayolu endüstrisi ve benzeri organizasyonlar için ekonomik etkiler nedeniyle ekip çizelgeleme probleminin önemi oldukça büyüktür [3]. Yakıt maliyetlerinin ardından, Ekip çalışması gerektiren işletmeler için en büyük maliyet kalemlerinden biri de ekip maliyetleridir [4]. İşletmelerin ekip maliyetlerini belirleme yetkisi olduğu için, bu maliyetleri en aza indirmek planlama açısından son derece kritiktir. Ekip çizelgeleme probleminde, her organizasyonun en düşük maliyetle en az bir ekip eşleşmesine sahip olduğu optimal eşleştirmeleri bulmak amaçlanır [5]. Havayolu endüstrisi ve benzeri organizasyon şirketleri operasyon araştırması ve matematik toplulukları, uzun yıllardır ekip planlaması ve çizelgelemesiyle ilgili birçok çalışma yürütmektedir [6]. Havayolu endüstrisinde, ekip çizelgeleme üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) yönetmeliğinde belirlenen kısıtlar dikkate alınarak genetik algoritmalar, sezgisel yöntemler ve matematiksel programlamadan yararlanılarak en uygun çözüm bulunmaya çalışılmaktadır. Bu kullanılan yöntemler sayesinde, uygun algoritmalar oluşturularak maliyetlerde ciddi tasarruflar sağlanmaktadır [7].

Ekip çizelgelemenin işletmelerde geniş bir kullanım alanı vardır ve uygulama alanına bağlı olarak farklı varsayımlar ve sınırlamaların dikkate alınması gerekir. Önerilen modeller genellikle iki ana kategoriye, kesin matematiksel modeller ve akıllı arama buluşsal yöntemleri olarak ayrılabilir. Küçük problemler için doğru matematiksel modeller genellikle yüksek kaliteli ve optimal çözümler sağlar ve bu çözümlere kısa sürede ulaşılır. Ancak literatürde genel amaçlar için geliştirilen çeşitli sezgisel tekniklerin kullanımının daha büyük problemlere optimal olmayan ancak etkili çözümler getirdiği birçok uygulama vardır [8].

Ekip çizelgeleme, birçok sektörde ciddi maliyetli ve meşakkatli bir problemdir. Ekip çizelgelemenin karmaşıklığını artıran faktörler, çalışanların farklı yetenek ve uzmanlıklara sahip olmasıdır. Çalışma sürelerindeki belirsizlik gibi faktörler çizelgelemeyi zorlaştırmakta ve bu belirsizliklerin stokastik modeller ile ele alınması önerilmektedir [9].

Ekip çizelgeleme, personelin iş yükü dağılımını optimize etmeyi hedefler. Stokastik modeller, personelin çalışma saatlerinin dengeli bir şekilde dağıtılması, fazla mesai maliyetlerinin azaltılması ve çalışan memnuniyetinin artırılması gibi amaçları taşır. Aynı zamanda, yasal kısıtlamalar ve işçi sendikalarının talepleri de göz önünde bulundurularak adil bir çizelgeleme yapılması sağlanır. Bu modeller, ekip çizelgeleme problemlerine esneklik ve mantıksal kısıtların modellenmesi gibi özellikler ekler [10].

Takım planlama süreci günlük takım eşleştirme optimizasyonu ile başlar ve haftalık veya aylık eşleşmelerle sona erer. Eşleştirme, ekiplerin aynı ekip alanında başlayıp ve bittiği görev bölümlerini ifade eder. Tüm görev segmentlerini kapsayan bir eşleşme bulunduğunda ekip üyelerinin uçuşlara atanması süreci tamamlanır. Bu süreç, maliyet ayarlamalarını en aza indirirken ve tüm yasal standartları karşılarken yüksek kaliteli bir çözüm oluşturmayı gerektirir [11]. Ekip eşleştirme probleminde dikkate alınması gereken temel kısıtlar; iş akdi kuralları, sivil havacılık kuralları, yerel ve uluslararası yasal kurallar, havayolu şirketlerinin iç düzenlemeleri ve politikalarıdır. Bu kurallar, ekip üyelerinin görev süreleri, dinlenme aralıkları gibi faktörleri belirler.

Personel çizelgelemenin ana amacı, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak dengeli iş yükü dağılımı yapmaktır. Aynı zamanda, bireysel talepleri mümkün olduğunca karşılamaktır. İdeal bir çizelge, adil görev dağılımını, personel isteklerinin karşılanmasını ve kaynakların verimli kullanılmasını içermelidir [12].

Ekip çizelgelemesi, bir işletmenin personelini en etkin şekilde kullanmayı amaçlar. Bu, doğru personelin doğru zamanda doğru işe atanması anlamına gelir. Ekip çizelgelemesi, iş yükünün dengelenmesi, çalışan performansının en üst düzeye çıkarılması ve uygun personelin uygun işe atanması gibi zor süreçleri yönetmeyi içerir. Personel ihtiyacının dönemlere göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle, personel ihtiyacı da dönemlere göre farklılık göstermektedir. Sonuç olarak, ekip çizelgelemesi, işletmelerin verimliliğini artırmak için kritik bir araçtır [13].

Ekip planlaması, en uygun ve uyumlu ekip üyeleriyle görev eşleşmelerini bulmayı hedefler. Havacılık Personelleri, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SGHM) kurallarında belirlenen uçuş ve görev süresi sınırlamalarına uyulması gerekir. Bu kısıtlar göz önünde bulundurularak yapılan ekip planlaması, maliyetleri minimize eder ve hizmet kalitesini artırır [14].

Ekip çizelgeleme yapılacak sektörlerde, çalışma saatleri kısıtlamaları, dinlenme süreleri ve diğer yasal düzenlemeler, ekip çizelgeleme sürecinin merkezinde yer alır. Esneklik de bu sürecin önemli bir özelliğidir [15]. Planların beklenmedik olaylara veya değişen taleplere hızlı bir şekilde uyum sağlayabilmesi, havayolu operasyonlarının sorunsuz bir şekilde devam etmesini sağlar. Ayrıca, ekip çizelgeleme süreci, belirli bir optimizasyon kriterine göre yapılır. Bu kriter genellikle maliyet minimizasyonu olsa da zamanı en iyi şekilde kullanma veya personel memnuniyetini artırma gibi farklı hedefler de olabilir. Son olarak, planların uygulanabilir olması da kritik öneme sahiptir. Gerçekleştirilmesi mümkün ve operasyonel açıdan uygun olan çizelgeleme planları oluşturmak, havayolu şirketlerinin günlük operasyonlarını etkili bir şekilde yönetmesini sağlar [16].

Ekip çizelgeleme, işletmeler için karmaşık ve hassas bir planlama sürecidir. Bu süreçte, belirli kısıtlar ve sınırlamalar dikkate alınarak personelin görevlendirilmesi ve görevlerin düzenlenmesi gerekmektedir. Ekip çizelgelemesinde dikkate alınması gereken temel kısıtlar genellikle görev süresi, dinlenme süresi ve boş süre gibi unsurları içerir [15]. Bu kısıtlar, operasyonların güvenliği, personel yeterliliği ve yasal düzenlemelere uygunluk açısından kritik öneme sahiptir. Ekip çizelgeleme sürecinde bu kısıtların doğru bir şekilde yönetilmesi, optimal çizelgelerin oluşturulmasını ve operasyonların etkin bir şekilde yürütülmesini sağlar. Bu nedenle, ekip çizelgeleme sürecinde kısıtların dikkatlice incelenmesi ve yönetilmesi gerekmektedir [17]. Bu konunun önemi ve süreci zor olduğundan yazılan lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi yapılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın literatüre önemli katkısı, Türkiye'deki ekip çizelgeleme konusundaki lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi ile ilgili bilgiler sunmasıdır. Bu analiz, ekip çizelgeleme alanında Türkiye'de yapılan akademik çalışmaların durumunu ve eğilimlerini ortaya koyarak, lisansüstü tez yazımlarında bu alandaki boşlukları ve gelecekteki araştırma fırsatlarını belirlemeye yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Son olarak, ekip çizelgeleme konusunda yazılan tezlerin ve makalelerin sayısındaki değişimler ve bu alandaki araştırma trendleri üzerine yapılan analizler, ekip çizelgeleme çalışmalarının zaman içindeki gelişimini anlamaya yardımcı olmaktadır. Bu tür analizler, ekip çizelgeleme konusunun hangi yıllarda ve hangi bağlamlarda daha yoğun olarak araştırıldığını göstermekte, böylece gelecekteki araştırmalar için stratejik planlama yapılmasını sağlamaktadır.

Genel olarak, bu yazı ekip çizelgeleme konusundaki literatürü zenginleştirerek, bu alanda çalışan akademisyenler, araştırmacılar ve sektör profesyonelleri için destekleyici bir kaynak oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Bu kısımda, araştırmanın hedefleri ve kapsamı yanı sıra çalışma sürecinde dikkate alınan varsayımlar ve kısıtlar ele alınmıştır. Ayrıca, araştırma yöntemi ve kullanılan yaklaşımlar da detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu araştırmanın odak noktası, ekip çizelgeleme üzerine yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi ve bu tezlerin sonuçlarının sentezlenerek yorumlanmasıdır. Bu bağlamda, gerçekleştirilen bibliyometrik analizde aşağıda yer alan soruların cevaplandırılması amaçlanmıştır.

1. Ekip çizelgeleme alanında yapılan ve YÖKTEZ’de taranan tez çalışmalarının yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin araştırma türlerine göre dağılımı nedir?
3. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin danışman unvanına göre dağılımı nedir?
4. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin ana bilim dalına göre dağılımı nedir?
5. Ekip çizelgeleme yazınına en fazla katkı sağlayan üniversiteler hangileridir?
6. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin kullanılan yöntemlere göre dağılımları nedir?
7. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin konularına göre dağılımları nedir?
8. Ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimeler nedir?

2.2. Varsayımlar ve Kısıtlar

Çalışmadaki ilk varsayım, lisansüstü tez çalışmalarında bilimsel yöntemler kullanıldığıdır. Diğer bir varsayım ise, Türkiye’deki üniversitelerde 1991-2024 yılları arasında ekip çizelgeleme konusunda yapılan lisansüstü tezlerin tamamının YÖKTEZ’de doğru ve eksiksiz olarak kayıtlı olmasıdır. Araştırmanın 1991 yılından başlamasının nedeni, YÖKTEZ’de bu konu ile ilgili ilk lisansüstü tezin bu yıla ait olmasıdır. Veriler, 05.04.2024 tarihine kadar olan çalışmaları kapsamaktadır ve bu tarih aralığındaki YÖKTEZ’deki lisansüstü tez çalışmalarıyla sınırlıdır.

2.3. Bibliyometrik Analiz

Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürdeki yayınların niceliksel ve niteliksel özelliklerini inceleyen bir araştırma yöntemidir. “Bibliyometri” kavramı ilk kez Alan Pritchard tarafından 1969 yılında ortaya koyulmuş bir kavramdır. Pritchard bibliyometrik analizi, yazılı iletişimi analiz ederek iletişim süreçleri, bilim dalının gerçekliği ve gelişimi için yol göstermek amacıyla matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin uygulanması biçiminde tanımlamaktadır [18]. Bu analiz türü, bir bilim alanındaki veya belirli bir konudaki yayınların çeşitli özelliklerini, yayımlanma sıklığı, yazarlar, kuruluşlar, atıf sayıları, kullanılan anahtar kelimeler gibi metrikler açısından değerlendirir. Bibliyometrik analiz, bilimsel çalışmaların trendlerini belirlemek, araştırma alanlarını ve ilgili konuları tanımlamak, araştırma alanındaki gelişmeleri izlemek ve araştırma stratejilerini belirlemek için kullanılır [19].

Bibliyometrik analiz genellikle bilimsel yayınların bibliyografik veri tabanlarında bulunan verilere dayanır. Bibliyometrik analiz, yayınlanan makalelerin sayıları, yazarların ve kuruluşların dağılımları, atıf sayıları ve atıf gösterimi ağları gibi çeşitli metrikleri kullanarak bilimsel literatürün genel bir görünümünü sunar [20]. Literatürde bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak farklı alanlarda birçok çalışma yapılmıştır.

Zeren ve Kaya [21], dijital pazarlama kavramları geçen çalışmaları bibliyometrik analize tabi tutmuştur. Savrun ve Mutlu[22], kent lojistiği alanındaki araştırma eğilimlerinin belirlenmesi, bu alandaki araştırmaların çeşitli yönlerinin tanınmasını sağlamıştır. Beşel ve Yardımcıoğlu [23], maliye biliminin geçirdiği dönüşümü incelemek adına bibliyometrik analiz yöntemini kullanmıştır. Öztürk ve Kurutkan [24], kalite yöntemi ile ilgili yapılan çalışmaları incelemiştir. Çuhadar ve Morçin [25], Türkiye’de gastronomi turizmi ile ilgili bilimsel yayınları incelemiştir. Altınpulluk [26], Türkiye’de artırılmış gerçeklik ile ilgili bilimsel çalışmaları bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemiştir. Akgün ve Karataş [27], Muhasebe ve

Denetime Bakış dergisinde yayımlanan makaleleri bibliyometrik analiz yöntemi ile incelemiştir. Saf [28], Popülizm ve sosyal medya ile ilgili çalışmaları analiz etmiştir. Öztürk [29], niş pazarlama yaklaşımını bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemiştir. Örnek ve Karamustafa [30], Turist rehberliği alanındaki lisansüstü tezleri bibliyometrik analizi ile değerlendirmiştir. Literatürde “ekip çizelgeleme” alanında bibliyometrik analiz çalışmasına rastlanmamıştır.

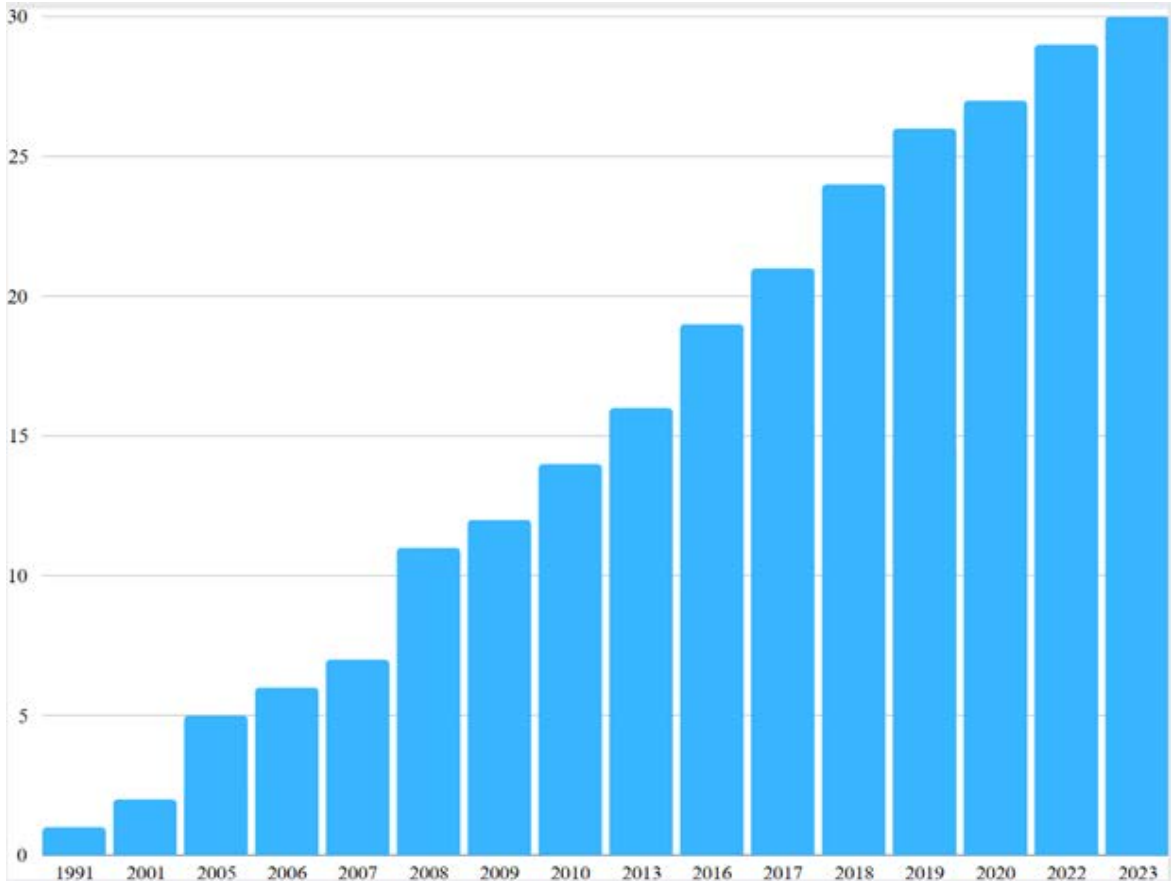
Türkiye'deki üniversiteler bünyesinde yapılan lisansüstü tezler, YÖKTEZ Merkezi Elektronik Arşivinde “ekip çizelgeleme” anahtar sözcüğü yardımı ile araştırılmış elde edilen bulgular grafikler kullanılarak görselleştirilip yorumlanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Bu bölümde ekip çizelgeleme anahtar kelimesiyle yapılan tarama sonucunda, ulaşılan lisansüstü tezler ayrıntılı bir biçimde gözden geçirilip ayrıştırılmış ve araştırmanın soruları çerçevesinde değerlendirilmiştir.

3.1. Lisansüstü Tezlerin Yıllara Göre Dağılımları

Şekil 1’de ekip çizelgeleme konusunda yapılan lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı verilmiştir.

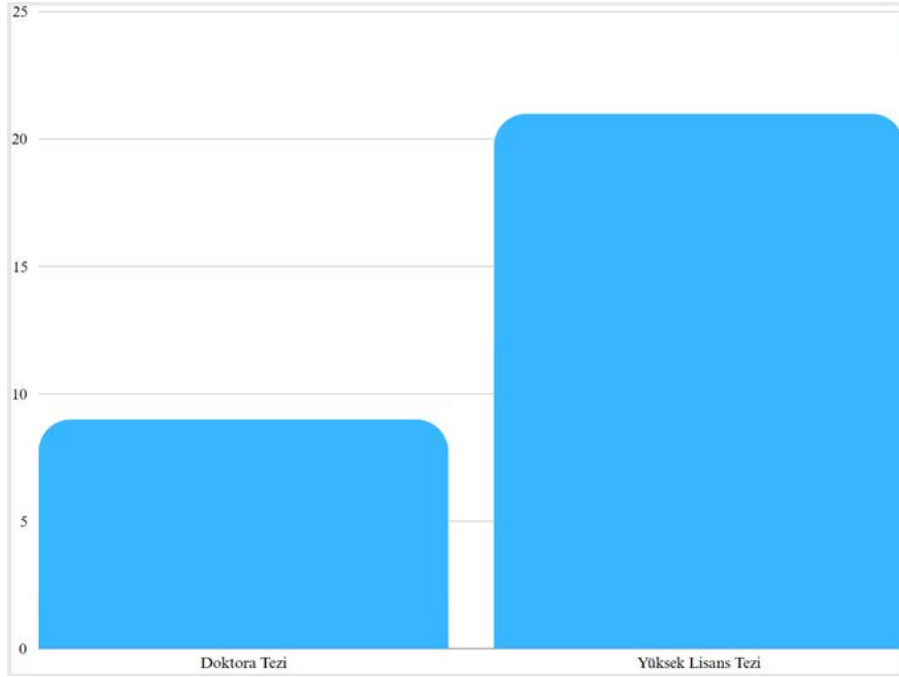


Şekil 1. Lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımları

1991-2023 yılları arasında, araştırma kapsamında yapılan tez çalışmalarının yıllara göre dağılım grafiği detaylı olarak incelendiğinde en fazla 2008 yılında çalışmaların %13’ü (4 adet) ekip çizelgeleme konusu kapsamında tez çalışmalarının yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu tarihi 2005, 2016 ve 2018 yılları çalışmanın %10’u (3 adet) takip etmektedir. Yıllara bakıldığında 1991-2001 yılları arasında, 10 yıl hiçbir çalışmaya olmaması dikkat çekmektedir. Sonuç olarak ekip çizelgeleme konusu çalışmalarının az olduğu ve yıllara göre zaman aralıklarının fazla olduğu saptanmıştır.

3.2. Lisansüstü Tezlerin Türlerine Göre Dağılımları

Şekil 2’de lisansüstü tez çalışmalarının araştırma türlerine göre dağılımı incelenmektedir.

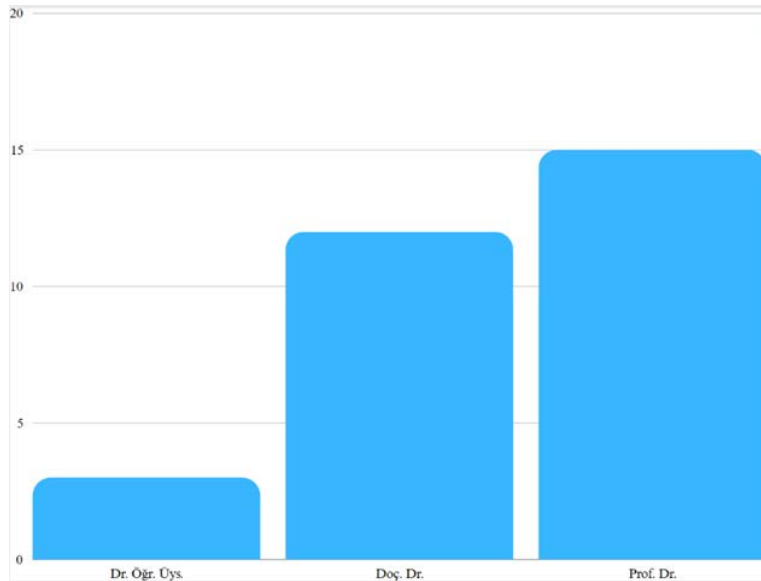


Şekil 2. Lisansüstü tezlerin araştırma türlerine göre dağılımları

1991-2023 yılları arasında, bu kapsamında gözlemlenip, incelenen 30 tez çalışmasının %70’i (21 adet) yüksek lisans, %30’u (9 adet) doktora tezinin olduğu görülmüştür. Şekil incelendiğinde çıkarılan sonuç, en fazla yüksek lisans tezi ekip çizelgeleme konusu çalışılmıştır.

3.3. Lisansüstü Tezlerin Danışman Unvanına Göre Dağılımlar

Şekil 3’te belirtildiği gibi ekip çizelgeleme konusundaki lisansüstü tezlerde, danışman sayısı ve danışman unvanları verilmiştir.

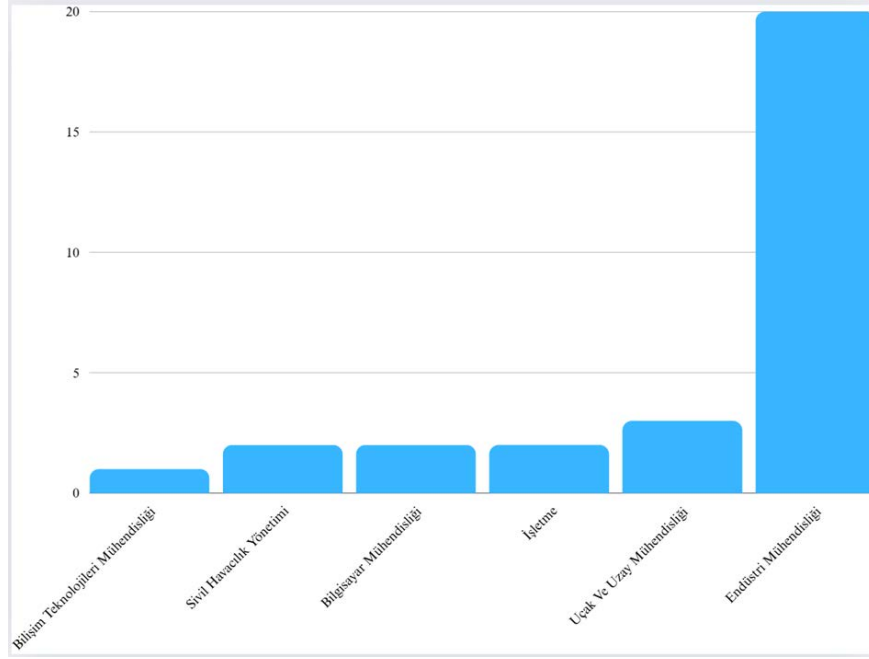


Şekil 3. Lisansüstü tezlerin danışman unvanına göre dağılımları

Ekip çizelgeleme konusunda yapılan 30 tezde danışmanların %50'si (15 adet) Profesör Doktor, %40'ı (12 adet) Doçent Doktor ve %10'u (3 adet) Doktor Öğretim Üyesi (Yrd. Doç. Dr.) unvanına sahiptir.

3.4. Lisansüstü Tezlerin Bilim Dalına Göre Dağılımları

Şekil 4'te lisansüstü tezlerin ana bilim dallarına ayrımı incelenmektedir.

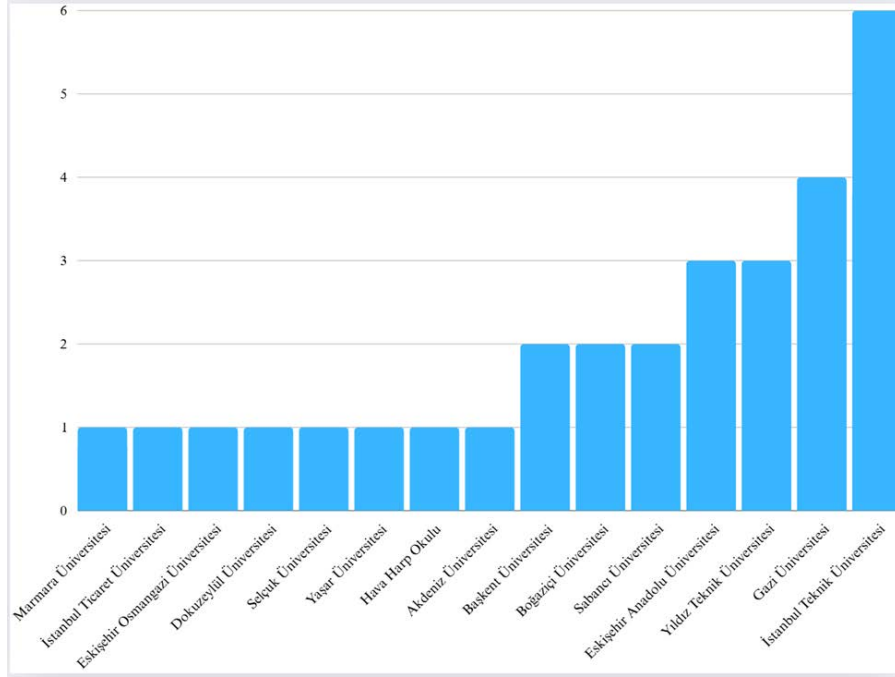


Şekil 4. Lisansüstü tezlerin ana bilim dalına göre dağılımları

Şekil 4'e bakıldığında en çok Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda %66 (20 adet) tez çalışmasının yapıldığı görülmüştür. Bunun dışında ekip çizelgeleme konusunun; Uçak ve Uzay Mühendisliği Ana Bilim Dalı %10'u (3 adet), İşletme %6'sı (2 adet), Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı %6'sı (2 adet), Sivil Havacılık Yönetimi Ana Bilim Dalı %6'sı (2 adet) ve Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı %3'ü (1adet) yakından ilgili olduğu söylenebilir.

3.5. Lisansüstü Tezlerin Üniversiteye Göre Dağılımları

Şekil 5'te ekip çizelgeleme konusunda incelenmiş lisansüstü tezlerin üniversitelerine göre dağılım grafiği verilmiştir.

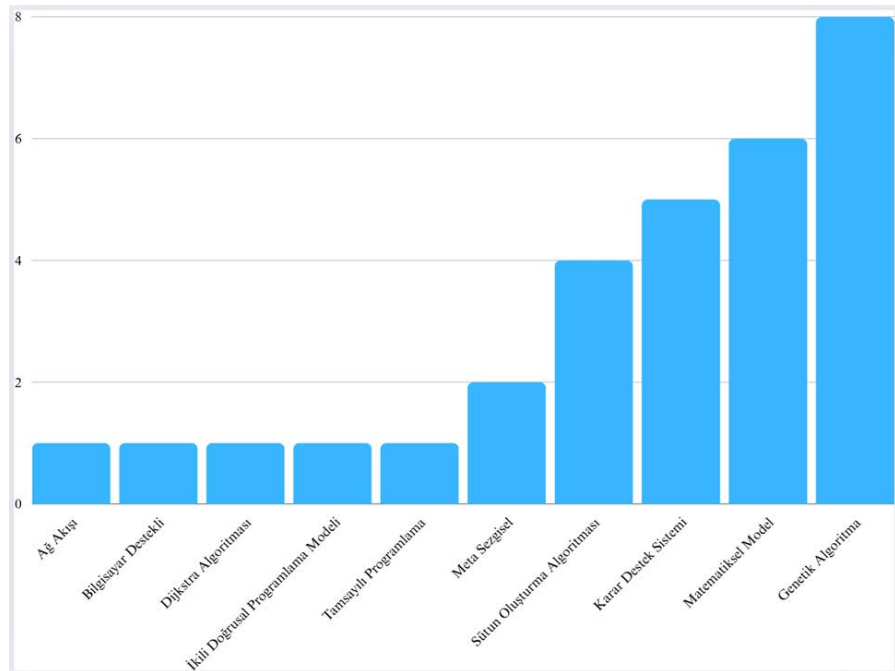


Şekil 5. Lisansüstü tezlerin üniversiteye göre dağılımları

Şekildeki üniversitelerin dağılımı göz önünde bulundurulduğunda ekip çizelgeleme konusunda yapılan tezlerin %20'sinin (6 adet) İstanbul Teknik Üniversitesine ait olduğu görülmektedir. Bunu Gazi Üniversitesi %13'ü (4 adet), Yıldız Teknik Üniversitesi %10'u (3 adet) ve Eskişehir Anadolu Üniversitesi %10'u (3 adet) takip etmektedir. Sabancı Üniversitesi %6'sı (2 adet), Boğaziçi Üniversitesi %6'sı (2 adet) ve Başkent Üniversitesi %6'sı (2 adet) ait olduğu görülmektedir. Diğer üniversitelerin tek bir çalışması gözlenmektedir.

3.6. Lisansüstü Tezlerin Kullanılan Yöntemlere Göre Dağılımı

Şekil 6'da ekip çizelgeleme konusunda yapılmış lisansüstü tezlerin çözümleri için kullanılan yöntemlerin dağılımları verilmiştir.

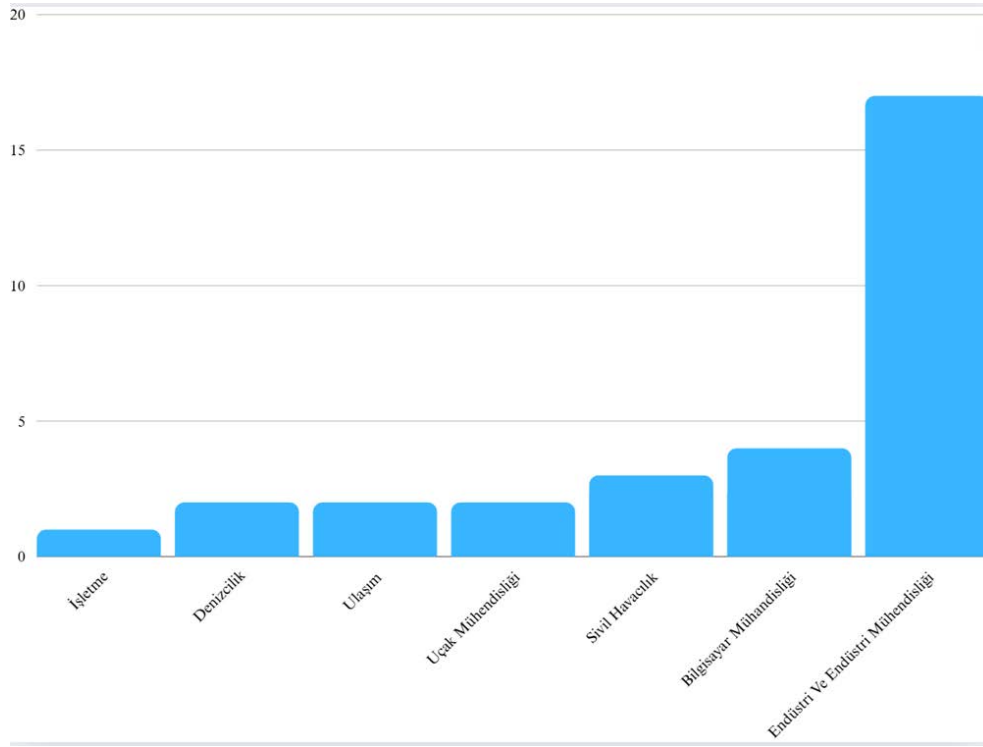


Şekil 6. Lisansüstü tezlerin kullanılan yöntemlere göre dağılımı

Şekildeki yöntemlerin dağılımına bakıldığında lisansüstü tezlerin %26'sının (8 adet) genetik algoritma kullandığı görülmektedir. Bu yöntem doğanın gözlemlenmesi ile evrimsel mekanizmalara benzer mekanizmalar kurularak çalıştırılan bir en iyileme yöntemidir. Az ve Ayvaz [31], havayolu şirketlerinin ekip planlama konusu ve bu sürecin ilk adımı olan ekip rotasyonlarının üretimi için genetik algoritmalar ile bir optimizasyon algoritmasının geliştirilmesini ele almışlardır. Pakkan ve Ermiş [32], insansız hava araçlarının (İHA) olası hedeflere çevrim dışı olarak görev planlanmasını daha hızlı ve daha etkin şekilde yapılabilmesine yardımcı olabilecek genetik algoritma (GA) tabanlı bir çözüm yöntemi geliştirmişlerdir. Bu makaleler, genetik algoritmanın havayolu operasyonlarında nasıl kullanılabileceğine dair farklı yaklaşımlar sunmaktadır. Her biri, genetik algoritmanın belirli bir problemi çözmedeki etkinliğini ve uygulanabilirliğini göstermektedir. Ardından matematiksel model %20 (6 adet), karar destek sistemi %16 (5 adet), sütun oluşturma algoritması %13 (4 adet) ve meta sezgisel yöntemler %6 (2 adet) takip etmektedir. Diğer modellerin bir adet olduğu saptanmıştır. Genel olarak nicel gözlemler kullanılmıştır.

3.7. Lisansüstü Tezlerin Kullanılan Konulara Göre Dağılımı

Şekil 7'de ekip çizelgeleme konusunda yapılmış lisansüstü tezlerin konularına göre dağılımları verilmiştir.



Şekil 7. Lisansüstü tezlerin kullanılan konulara göre dağılımı

Şekildeki konulara bakıldığında lisansüstü tezlerin %56'sı (17 adet) Endüstri ve Endüstri Mühendisliği olduğu saptanmıştır. Bilim dallarına bakıldığında da Endüstri Mühendisliğinin çoğunlukta olduğu görülmüştür ve bağlantılı oldukları anlaşılmıştır. Takip eden konularda Bilgisayar Mühendisliği %13'ü (4 adet), Sivil Havacılık %10'u (3 adet), Uçak Mühendisliği %6'sı (2 adet), Ulaşım %6'sı (2 adet), Denizcilik %3'ü (1 adet) ve İşletme %3'ü (1 adet) olduğu görülmektedir.

3.8. Lisansüstü Tezlerde Kullanılan Anahtar Kelimeler

Şekil 8'de ekip çizelgeleme üzerine yapılan lisansüstü tezlerin temalarına ilişkin bir anahtar kelime bulutu oluşturulmuştur.



Şekil 8. Lisansüstü tezlerin anahtar kelime bulutu

İlk olarak, tez başlıkları, tez özetleri ve anahtar kelimeler detaylı olarak incelenip ekip çizelgeleme konuları ile ilişkilendirilen konular analiz edilmiştir. Daha sonra, belirlenen konuların sayısına göre bir anahtar kelime bulutu oluşturulmuştur. Bu kelime bulutuna göre, ekip çizelgeleme üzerine yapılan lisansüstü tezlerin ekip çizelgeleme, ekip rotasyon, karar destek sistemleri, ekip eşleştirme, filo, tahmin, planlama ve tahmin gibi kavramları yoğun bir biçimde araştırdığı belirlenmiştir. Araştırılan diğer kavramlar, daha detaylı bir şekilde Şekil 8'de sunulmaktadır.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Ekip çizelgeleme, organizasyonların sınırlı kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur. İnsan kaynaklarını en uygun şekilde kullanarak projenin maliyetini düşürmeye ve verimliliği artırmaya yardımcı olur. Her bir ekip üyesinin belirli bir rol ve sorumluluk üstlenmesini sağlar. Bu, iş birliği ve koordinasyonu artırır ve herkesin ne yapması gerektiğini net bir şekilde belirler. Ekip çizelgeleme, projenin zaman çizelgesini oluşturur ve yönetir. Bu, işlerin zamanında tamamlanmasını sağlar ve gecikmeleri önler. Belirli görevler ve zaman çizelgeleri, ekip üyeleri arasındaki iletişimi kolaylaştırır. Görevlerin ve zamanların net bir şekilde belirlenmesi, iletişimdeki belirsizlikleri azaltır ve iş birliğini artırır.

Sonuç olarak, ekip çizelgeleme, kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar, görevlerin etkili bir şekilde dağıtılmasını kolaylaştırır, zaman yönetimini sağlar ve iletişimi güçlendirir. Bu nedenle, herhangi bir organizasyon veya proje için önemli bir planlama aracıdır.

Çalışmanın amacı, ekip çizelgelemeyle ilgili yapılan lisansüstü tezler ile ilgili bibliyometrik yöntemler kullanarak bir inceleme yapmaktır. Bu doğrultuda Ulusal Tez Merkezindeki lisansüstü tezler incelenip ekip çizelgeleme ile ilgili birçok çalışmanın olduğu sonucu gözlemlenmiştir. Bu çalışmalarda amaç; bir kavramın araştırılma sıklığını, hangi kavramlar üzerinde dönüştüğü ve hangi alanların daha çok kullandığını belirlemektir.

Bu araştırmada bibliyometrik analiz yöntemi ile Ulusal Tez Merkezinde bulunan ekip çizelgeleme konusunda yazılan 30 lisansüstü tez incelenmiştir. Tezlerin 21'ini yüksek lisans tezleri oluşturmaktadır. Lisansüstü tez çalışmalarında danışmanların unvanları incelendiğinde 15'inin profesör olduğu gözlemlenmiştir. Bir diğer açıdan ekip çizelgeleme konusu üzerine yapılan lisansüstü tezlerin en fazla İstanbul Teknik Üniversitesine bünyesinde olduğu gözlemlenmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesini, Gazi Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi ve Başkent Üniversitesi takip etmektedir. Ayrıca ekip çizelgeleme konusunda yazılan tezlerin bilim dallarına bakıldığında en çok Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nın çalışma yaptığı gözlemlenmiştir. Bunu Uçak ve Uzay Mühendisliği, Sivil Havacılık Yönetimi, İşletme Ana Bilim Dalı takip etmektedir. Son yıllara bakıldığında lisansüstü tez sayılarında düşüş olduğu gözlemlenmiş olup daha fazla çalışmanın yapılması önerilebilir.

Lisansüstü tezlerin yapıldığı yıllar incelendiğinde ekip çizelgeleme alanında en çok 2008 yılında 4 adet lisansüstü tezin yazıldığı gözlemlenmiştir. Türkiye’de artan nüfus ve ulaşım ihtiyacı göz önüne alındığında ekip çizelgeleme ve ekip rotasyon alanında yapılan tezlerin ve çalışmaların sayısında artış olması gerekmektedir.

Ekip çizelgelemenin önemi, modern iş dünyasında giderek artmaktadır. Proje yönetimi, operasyonel verimlilik ve stratejik planlama gibi konularda başarının anahtarı olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, akademik araştırmaların yanı sıra, sektör profesyonellerinin de ekip çizelgeleme konusunda bilgi ve becerilerini artırmaları gerekmektedir. Bu durum, sadece akademik dünyada değil, aynı zamanda iş dünyasında da ekip çizelgeleme uygulamalarının yaygınlaşmasını ve gelişmesini sağlayacaktır.

Ekip çizelgeleme alanında yapılan araştırmaların sayısının artması, yeni yöntem ve teknolojilerin geliştirilmesine de katkıda bulunacaktır. Bu bağlamda, üniversiteler, araştırma kurumları ve endüstri iş birliği yaparak ekip çizelgeleme konusundaki bilgi birikimini ve uygulama alanlarını genişletebilir. Bu tür iş birliği hem akademik dünyada hem de iş dünyasında ekip çizelgeleme uygulamalarının daha etkin ve verimli hale gelmesini sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] F. Yardımcı, Z. Başbakkal, D. Beytut, G. Muslu, A. Ersun, Ekip çalışması tutumları ölçeğinin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Anatolian Journal of Psychiatry/Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 13:2 (2012) 131-7.
- [2] A.Yelek, T. Eren, , Ş. Gür, H. M. Alakaş, Metro İstasyon İşletme Şeflerinin Vardiyalarının Hedef Programlama ile Çizelgenmesi. *Demiryolu Mühendisliği*, 10 (2019) 17-30.
- [3] N. Kohl, S. E. Karisch, Airline crew rostering: Problem types, modeling, and optimization. *Annals of Operations Research*, 127:1 (2004) 223-257.
- [4] İ. Orhan, M. Kapanoğlu, T. H. Karakoç, Havayolu Operasyonlarında Planlama ve Çizelgeleme. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 16:2 (2010) 181-191.
- [5] U. Özdemir, Methodology for Crew-Pairing problem in airline crew scheduling. Boğaziçi Üniversitesi. Yüksek lisans tezi, (2009).
- [6] T.L. Shaw, Hybrid column generation for large network routing problems: with implementations in airline crew scheduling, Doktora Tezi, Georgia Institute of Technology, A.B.D. 2003.
- [7] M. Koçak, F. Calku, M. Gündaş, Z. Poyraz, H. M. Alakaş, Ekip çizelgeleme problemi: Filyasyon ekibi çizelgeleme. *Journal of Turkish Operations Management*, 6:2 (2022) 1314-1326.
- [8] E. Özkan Aksu, Havayolu operasyonlarında dayanıklı ekip eşleme için eniyileme yaklaşımı: Bir havayolu şirketi uygulaması. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, (2016).
- [9] B. Uslu, N. Bedir, Ş. Gür, T. Eren, 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılarak hemşire çizelgeleme probleminin çözümü. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 3:3 (2018) 148-170.
- [10] H. M. Alakaş, T. Eren, A. Yelek, E. H. Özder, Goal programming models for high-speed train crew scheduling problem. *Soft Computing*, 28 (2024) 5921–5936.
- [11] N. Yaman, Yeniden uçuş çizelgelemede uçuşların veri madenciliği ile analizi ve bir karar destek sistemi önerisi. Gazi Üniversitesi. Doktora Tezi (2023).

- [12] T. Eren, E. H. Özder, E. Varlı, Hedef programlama yaklaşımı ile temizlik personeli çizelgeleme problemi için bir model önerisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7:2 (2017) 114-127.
- [13] E. H. Özder, Doğal gaz kombine çevrim santrallerinde personel çizelgeleme problemi için karar destek modeli önerisi. *Kırıkkale Üniversitesi, Doktora Tezi*, 2020.
- [14] Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Uçucu ekip uçuş görev ve dinlenme süreleri ile uygulama esasları talimatı (SHT-6A.50 Rev. 05). Erişim Tarihi: 04.04.2024. <https://web.shgm.gov.tr/doc5/sht6a50-5.pdf> (2014).
- [15] E. Ö. Aksu, İ. Temiz, Havayolu operasyonlarında dayanıklı ekip eşleme için eniyileme yaklaşımı: bir havayolu şirketi uygulaması. *Politeknik Dergisi*, 24:2 (2021) 417-429.
- [16] M. G. Sohoni, E. L. Johnson, T. G. Bailey, Operational airline reserve crew planning. *Journal of Scheduling*, 9:3, (2006), 203-221.
- [17] A. Öner, F. Ülengin, Atama problemi için yeni bir çözüm yaklaşımı. *İTÜDERGİSİ/d*, 2:1 (2010).
- [18] B. Üsdiken, Y. Pasadeos, Türkiye’de örgütler ve yönetim yazını. *Amme İdaresi Dergisi*, 26:2 (1993) 73-93.
- [19] S. M. Lawani, Bibliometrics: its theoretical foundations, methods and applications. *Libri*, 31:1 (1981) 294-315.
- [20] G. Genç, M. Sarı, E-sağlık alanındaki bilimsel yayınların bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, 1 (2022) 58-72.
- [21] D., Zeren, N. Kaya, Dijital pazarlama: Ulusal yazının bibliyometrik analizi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17:1 (2020) 35-52.
- [22] B. Savrun, H. M. Mutlu, Kent lojistiği üzerine bibliyometrik analiz. *Kent Akademisi*, 12:2 (2019) 364-386.
- [23] F., Beşel, F. Yardımcıoğlu, Maliye Dergisi’nin bibliyometrik analizi: 2007-2016 dönemi. *Maliye Dergisi*, 172 (2017) 133-151.
- [24] N. Öztürk, M. N. Kurutkan, Kalite yönetiminin bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Journal of Innovative Healthcare Practices*, 1:1 (2020) 1-13.
- [25] M. Çuhadar, İ. Morçin, Türkiye’de gastronomi turizmi ile ilgili çalışmaların bibliyometrik analizi. *Journal of Recreation and Tourism Research*, 7:1 (2020) 92-106.
- [26] H. Altınpulluk, Türkiye’de artırılmış gerçeklikle ilgili hazırlanan tezlerin bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmesi, *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8:1 (2018) 248-272.
- [27] M. Akgün, B. Karataş, Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisinde yayımlanan makalelerin bibliyometrik analizi 2000-2016. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 17:52 (2017) 19-34.
- [28] H. H. Saf, Popülizm ve sosyal medyayla ilgili çalışmaların bibliyometrik analizi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 10:1 (2023) 283-304.
- [29] R. Öztürk, Niş pazarlama yaklaşımının bibliyometrik analiz ile incelenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12:3 (2020) 2799-2810.
- [30] N. Örnek, K. Karamustafa, Turist rehberliği alanındaki lisansüstü tezlerin bibliyometrik analiz ile değerlendirilmesi (1989-2019). *Turist Rehberliği Dergisi (TURED)*, 3:2 (2020) 115-138.
- [31] M. T. Az, B. Ayvaz, Havayolu ekip rotasyon optimizasyonu için genetik algoritma kullanımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21:42 (2022) 194-210.

- [32] B. Pakkan, M. Ermiş, İnsansız hava araçlarının genetik algoritma yöntemiyle çoklu hedeflere planlanması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 4:3 (2010) 77-84.