



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

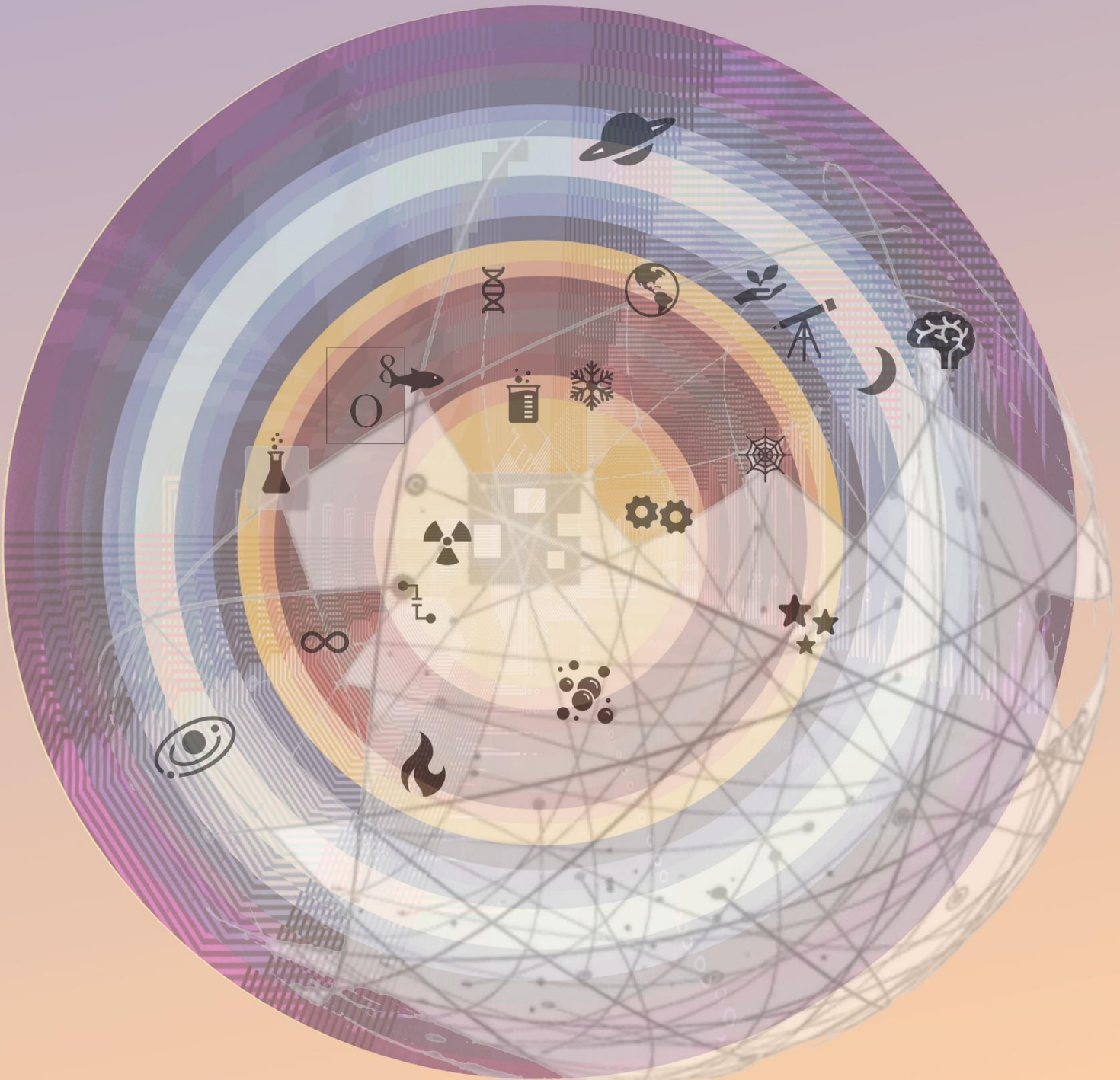


KAFKAS UNIVERSITY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt:16 Sayı:1
2023 Temmuz

Volume:16 Issue:1
2023 July



e-ISSN: 2587-2389

E-Mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>



KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

KAFKAS UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL

Cilt: 16

Sayı: 1

Temmuz 2023

Volume: 16

Issue: 1

July 2023

e-ISSN: 2587-2389

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ. Inst. of Nat. and Appl. Sci. J.)

Cilt: 16 Sayı: 1, Temmuz 2023 (Volume: 16 Number: 1, July 2023)

<http://www.kafkas.edu.tr/fbedergi>

<http://dergipark.gov.tr/kujs>

Sorumlu Müdür / Director

Prof. Dr. Fikret AKDENİZ

Editör / Editor

Dr. Öğr. Üyesi Ümit YILDIKO

Editör Yardımcıları / Associate Editors

Doç. Dr. Vedat ADIGÜZEL	Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ezgi Pelin YILDIZ	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı

Dil Editörleri / Language Editors

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN	Biyomühendislik Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ezgi Pelin YILDIZ	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Mizanpaj ve Teknik Editörler / Layout and Technical Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal ALTUNOĞLU	Biyoloji Anabilim Dalı
Doktora Aslıhan Aycan Tanrıverdi	Fizikokimya Anabilim Dalı

Yayın Kurulu

ANABİLİM DALI

Bilişim Teknolojileri Eğitimi

Okutman Ramiz Musallam SALAMA

Biyoloji Anabilim Dalı

Doç. Dr. Mustafa CENGİZ

Doç. Dr. Fatma GÜR

Ph.D. Seong-hoon PARK

Biyomühendislik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN

Doç. Dr. Evren KOÇ

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Can Bülent KARAKUŞ

Fizik Anabilim Dalı

Doç. Dr. Adem KOÇYİĞİT

Gıda Bilimleri ve Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Cemil AYDOĞAN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Doç. Dr. Emre TOPÇU

Kimya Anabilim Dalı

Doç. Dr. Bahri GÜR

Doç. Dr. Melahat GÖKTAŞ

Doç. Dr. Mustafa Zahritin KAZANCIOĞLU

Dr. Öğr. Görevlisi Abdülmelik ARAS

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Arslan OMAR

Matematik Anabilim Dalı

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA

Doç. Dr. Veysel NEZİR

Dr. Öğr. Üyesi Lokman BİLEN

Dr. Arş. Gör. Sercan KAZIMOĞLU

Ziraat Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜRBÜZ

Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri-Anestezi

Öğr. Gör. Erdi Anıl TANRIVERDİ

Mülkiyet Koruma ve Güvenlik-İSG

Öğr. Gör. Barış KARTAL

KURUMU

Name Near East University

Siirt Üniversitesi

Atatürk Üniversitesi

Korea Institute of Toxicology (Kıt)

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi

Bingöl Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Kafkas Üniversitesi

Iğdır Üniversitesi

Bayburt Üniversitesi

Adıyaman Üniversitesi

Yazışma Adresi

(Address for Correspondence)

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

36100-Kars/ Türkiye

Phone: +90 474 2128850

Fax: +90 474 2123867

E-mail: kaufbed@kafkas.edu.tr

**Bu dergi Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından Ocak-Haziran ve Temmuz-Aralık dönemlerinde olmak üzere yılda iki kez yayımlanır.
This journal is published biannually, in January-June and July-December, by the Institute of Science Institute, University of Kafkas**

Önemli Not:

- Dergimizin adı, ilk sayısı (Cilt:1, Sayı:1) “Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi”; İkinci sayısı (Cilt:1, Sayı:2) “Fen Bilimleri Dergisi” ve üçüncü sayıdan itibaren (Cilt:2, Sayı:1) ise “Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi” olarak değiştirilmiştir.
- Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergimiz Cilt 10, Sayı 1’den itibaren e-ISSN numarası 2587-2389 alınmış olup Cilt 10, Sayı 1’den itibaren elektronik ortamda basılacaktır.

**Danışma Kurulu
(Advisor Board)**

Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ, Gazi Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI, Uludağ Üniversitesi, Bursa
Prof. Dr. Ahmet AKSOY, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Atilla YILDIZ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. David. W. STANLEY, Agricultural Research Service, USA
Prof. Dr. Hüseyin UZUNBOYLU, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Erhan DENİZ, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Esabi Başaran KURBANOĞLU, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Fikret AKDENİZ, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Halit ORHAN, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Yücel ÖZMEN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
Prof. Dr. İsmail ÇAKMAK, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Fezile ÖZDAMLI, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Ali SINAĞ, Ankara Üniversitesi, Ankara
Prof. Dr. Kamil KOÇ, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mehmet Ali KIRPIK, Kafkas Üniversitesi, Kars
Prof. Dr. Muhitdin YILMAZ, Sinop Üniversitesi, Sinop
Prof. Dr. Mustafa SÖZEN, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak
Prof. Dr. Mustafa YÜKSEK, İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay
Prof. Dr. Ö. Köksal ERMAN, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ömür DEVECİ, Kafkas Üniversitesi, Kars

Prof. Dr. Ramazan SEVER, ODTÜ, Ankara
Prof. Dr. Refiçe SOLTAN, Selçuk Üniversitesi, Konya
Prof. Dr. Serap AKSOY, Yale University, USA
Prof. Dr. Ten FEIZI, Imperial College of science, UK
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV, Azərbaycan Milli Bilimler Akademisi, Bakü
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL, University of Iowa, USA
Prof. Dr. Yüksel KELEŞ, Mersin Üniversitesi, Mersin
Prof. Dr. Murat TEZER, Near East University, KKTC
Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU, Uludağ Üniversitesi, Bursa
Doç. Dr. Fikret TÜRKAN, Iğdır Üniversitesi, Iğdır
Doç. Dr. Ferruh AŞÇI, Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon
Doç. Dr. Gökhan NUR, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep
Doç. Dr. Hüseyin ERTAP, Kafkas Üniversitesi, Kars
Assoc. Prof. Dr. Antonin LOJEK, Academy of Sciences, Czech Republic
Assoc. Prof. Dr. Pavel HYRSL, Masaryk University Czech Republic
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KAPLAN, Niğde Üniversitesi, Niğde
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta, Department of Biological
Science, Canada

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Araştırma Makalesi

1. Investigation of the Effects of the Different Laser Powers on the Steel Surface

Timur CANEL

Sayfa: 1-5

Araştırma Makalesi

2. Synthesis and characterization of the poly(GMA-b-EG) block copolymer containing epoxy-resin by redox polymerization

Melahat GÖKTAŞ Cengiz AYKAÇ

Sayfa: 6-13

Araştırma Makalesi

3. Investigation of Swelling Properties and Liquefaction of Solid Fuels

Ahmet Turan TEKEŞ Aslıhan Aycan TANRIVERDİ Ahmet Muammer CANEL

Sayfa: 14-23

Araştırma Makalesi

4. İntegrallenebilir Yörüngeleri ve Kontrol Kaynakları Kısıtlı olan Kontrol Sistemin Yörüngeler Kümesinin Özellikleri Üzerine

Anar HUSEYİN

Sayfa: 24-29

Araştırma Makalesi

5. İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Bakış Açısından “Örnekler”

Sevilay ALKAN Ebru SAKA

Sayfa: 30-39

Araştırma Makalesi

6. Ortaokul Öğrencilerinin Sosyal Ağ Kullanım Analizi: Kars İli Örneği

Ezgi Pelin YILDIZ Duygu UÇUM YİĞİT

Sayfa: 40-45



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Investigation of the Effects of the Different Laser Powers on the Steel Surface

Timur CANEL ^{1*}

¹ Kocaeli University, Faculty of arts and Science, Physics Department, Umuttepe-İzmit-Kocaeli-Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 16. 11. 2022, Kabul / Accepted: 26. 05. 2023, Online Yayın / Published Online: 12. 10. 2023)

Keywords:

Laser machining,
Steel,
CO2 Laser,
Surface Texturing,
Laser Ablation.

Abstract: In this study, grooves were created on a 3 mm thick steel plate by using a carbon dioxide laser at different laser powers at a constant speed. High-resolution images of the laser-processed surfaces were taken with a high-resolution stereo microscope. The molten zone and heat-affected zone widths of the troughs were measured using the images. To reduce the error rate, measurements were made from 5 different regions on the obtained grooves. Finally, the changes in the molten zone and heat-affected zone widths against the applied laser power were examined graphically. As a result, it has been observed that the widths were increasing by laser power with slowing down. Heat Affected Zone and Molten zone widths have changed at the same rate. As the energy transferred to the material surface increases, both the Heat Affected Zone and the molten zone width has increased. The applied laser power has been studied from 40 W to 115 W. Heat Affected Zone Size increased almost linearly when laser power was increased from 40 W to 80 W. It has been observed that the HAZ size increase was less for higher power values.

Çelik Malzeme Yüzeyinde Farklı Lazer Güçlerinin Etkisinin İncelenmesi

Anahtar Kelimeler:

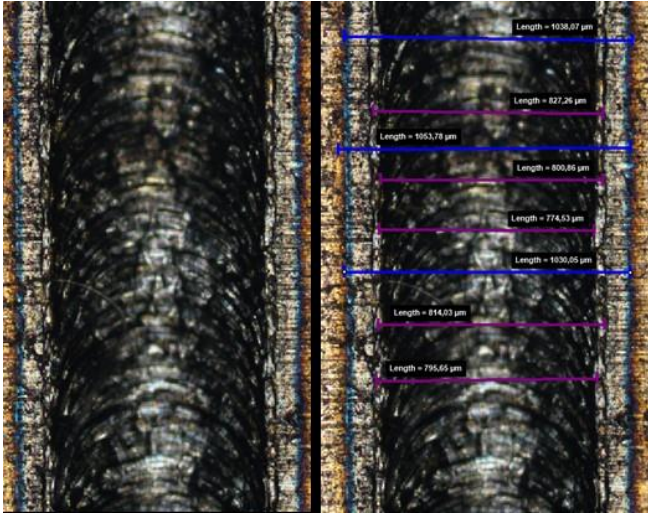
Lazer işleme,
Çelik,
CO2 Lazer,
Yüzey Tekstüre Etme,
Lazer Aşındırma

Özet: Bu çalışmada, 3 mm kalınlığındaki bir çelik levha üzerinde farklı lazer güçlerinde ve sabit hızda karbondioksit lazer kullanılarak oluklar oluşturulmuştur. Yüzeyler lazer ile işlendikten sonra yüksek çözünürlüklü mikroskop ile yüzeylerin görüntüleri alınmıştır. Olukların erimiş bölge ve ısıdan etkilenen bölge genişlikleri, görüntüler kullanılarak ölçülmüştür. Hata oranını azaltmak için elde edilen oluklar üzerinde 5 farklı bölgeden ölçüm yapılmıştır. Son olarak erimiş bölge ve ısıdan etkilenen bölge genişliklerinin uygulanan lazer gücüne karşı değişimi grafiksel olarak incelenmiştir. Genel olarak lazer gücü ile genişliklerin yavaşlayarak arttığı gözlemlenmiştir. Isıdan Etkilenen Bölge ve Erimiş Bölge genişlikleri aynı oranda değişmiştir. Malzeme yüzeyine aktarılan enerji arttıkça hem Isıdan Etkilenen Bölge hem de eriyik bölge genişliği artmıştır. Uygulanan lazer gücü 40 W ila 115 W arasında incelenmiştir. Lazer gücü 40 W'tan 80 W'a çıkarıldığında Isıdan Etkilenen Bölge Boyutu neredeyse doğrusal olarak artmıştır. Daha yüksek güç değerleri için HAZ boyut artışının daha az olduğu gözlemlenmiştir.

*İlgiliyazar: tcanel@kocaeli.edu.tr

DOI: 10.58688/kujs.1205783

GRAPHICAL ABSTRACT



1. INTRODUCTION

Steel, which is used in many areas in the industry, is an alloy consisting of iron (Fe) and around 1% carbon (C) composition. Depending on the usage requirements, different elements such as magnesium, chromium, vanadium and tungsten can also be used in the steel alloy (Adams, 1983). The elements added to the alloy change the microstructure of the steel and contribute to the property of the steel according to usage requirements (Musfirah and Jaharah, 2012). Components in different proportions added to the alloy provide different additives to the steel. (improvement, normalization, etc.). (Narsimharaju et al., 2022). Manganese (Mn), Phosphorus (P), Sulfur (S) and Silicon (Si) are elements originating from the raw material during production and are found in certain proportions within the steel (Gardner, 2005). Other elements (Cr, Ni etc.) are added to the steel structure in desired amounts in the form of ferroalloys. Steel is produced in two ways by recycling from iron ore or scrap. After the liquid steel is produced, it is shaped as ingots by casting or as billet or blooms by continuous casting (Choudhary and Ganguly).

Specialized Steels are unalloyed, low-alloyed and alloyed steels and differ from mass-produced steels at some points (Ceau et al., 2010). The basic properties of steel can be summarized as follows; almost all types of steel are sensitive to heat (Taberero et al., 2020). In addition to the chemical composition, as a result of the heat treatments applied, the desired hardness, mechanical and physical properties, electrical properties, corrosion and high-temperature resistance properties can be fully achieved (Aboulkhair et al., 2016)

Steels have resistant to impact and deformation and must be heated to a certain temperature to shape them (Rogers., 1979). They can be easily shaped by methods suitable for this temperature (rolling, pressing, forging). In addition, steels can be cold formed using methods such as rolling and pressing in accordance with the chemical composition and internal structure (Morozov et al., 2007). It can be brought to the desired shape and surface smoothness by processing on-chip remover benches. Steels can be welded. Most of the

steels are suitable for metal coating, enameling, painting and coating with plastic materials by various methods.

To prevent excessive wear of the machine equipment used in contact in the industry, they must be compatible with each other in composition (Tung and McMillan., 2004). In addition, having the same wear rates of the machine equipment are also desirable because, at the same time, the replacement and repair times of the wearing parts are the same. This is achieved by using parts that are compatible with each other. (Zarei et al., 2009). This also saves time. It is possible to reduce the amount of wear on machine parts by hardening the material surface or by controlling the friction coefficients of the surfaces. In some cases, instead of hardening the entire machine part, only the contacting surfaces can be hardened to reduce costs. As a result of the surface hardening process, with the increase in the resistance of the part to wear, the volume expansion is minimized, the danger of warping of the part is reduced and an increase in the failure strength of the part is observed. Because an increase in volume is observed in the layer on the hardened surface of the part and it pulls the surface towards the interior of the part and compressive stresses occur on the surface (Altenberger, 1999); When the part is forced to bend or pull periodically during operation, the average stress intensity on the surface will decrease as a result of these pressure stresses, so the part becomes resistant to fatigue. The aim of this study is to investigate the effect of applied laser power on Heat Affect Zone Size on the steel surface.

2. MATERIAL AND METHOD

First of all, excessive structural defects on the surfaces of the 3 mm thick steel plates were removed. Then, the surfaces were cleaned with chloroform. With the CO₂ laser with a laser spot diameter of 220 µm, beams of different strengths were used and thus grooves were formed. The scanning speed of the laser with a maximum power of 130 W was kept constant at 10 mm/s. After creating grooves on the surface with the laser, the surfaces were examined without chemical or mechanical treatment. The heat Affected Zone on the surface of the material was studied by observing the high-resolution microscope images. In this study, only the thermal effects on the surface were examined. Effects in deeper areas below the surface have not been studied. Plate surfaces were visualized with a high-resolution optical microscope and the widths of the melted zone and the Heat Affected zone were measured on the images. To reduce the error rate, measurements were made from five different places on the groove and the average of these five measurements was taken.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

In Figure 1a, an optical microscope image of the steel surface scanned with a 40-Watt laser beam at a speed of 10 mm/s has been given. As can be seen in the figure, the measurements were taken from five different parts of the groove. The mean widths of the molten zone and the heat affected zone were calculated as 127.7 µm and 169.22 µm, respectively. The diameter of the laser beam used is 220 µm.

The width of the heat-affected zone is 127.7 μm , indicating that the energy distribution in the laser beam is not homogeneous. Towards the edges of the laser spot, which is considered circular, the energy of the beam decreases in the radial direction (Shi et. Al., 2021). Since the energy distribution of the beam of the laser used is Gaussian, the width of the molten region and Heat Affected Zone have been smaller than the laser spot size since the energy decreases rapidly as it moves away from the center of the spot (Taberno et. Al., 2012).

As seen in Figure 1b, when Laser Power was adjusted to 55 Watt, both molten zone width and Heat Affected Zone width increased and both widths have become larger than the spot size. At energies higher than this energy value, molten zone boundaries and Heat Affected Zone boundaries can be observed more clearly.

Since the laser beam power has now reached sufficient energy for both molten zone formation and heat-affected zone

formation when the laser beam power was set to 70 watts, as seen in Figure 1c that the groove width formed homogeneously. Figure 1c also shows overlapping spot lines, referred to as the "semi-circular (C-shape or weave Bead)", inside the groove (Ganini et. Al., 2007).

Optical microscope images of the surfaces obtained with 80, 95 and 115 Watt laser beams are also seen in Figures 1d, e and f respectively. As can be seen from these figures, the molten zone and heat-affected zone widths also increased when the laser beam power increased.

The measured molten zone and heat-affected zone widths for all laser powers used have been given in Table 1 and Table 2, respectively.

The size of the Molten and Heat Affected Zone changed according to the applied laser beam power from 40 Watt to 115 W were presented in the graph in Figure 2.

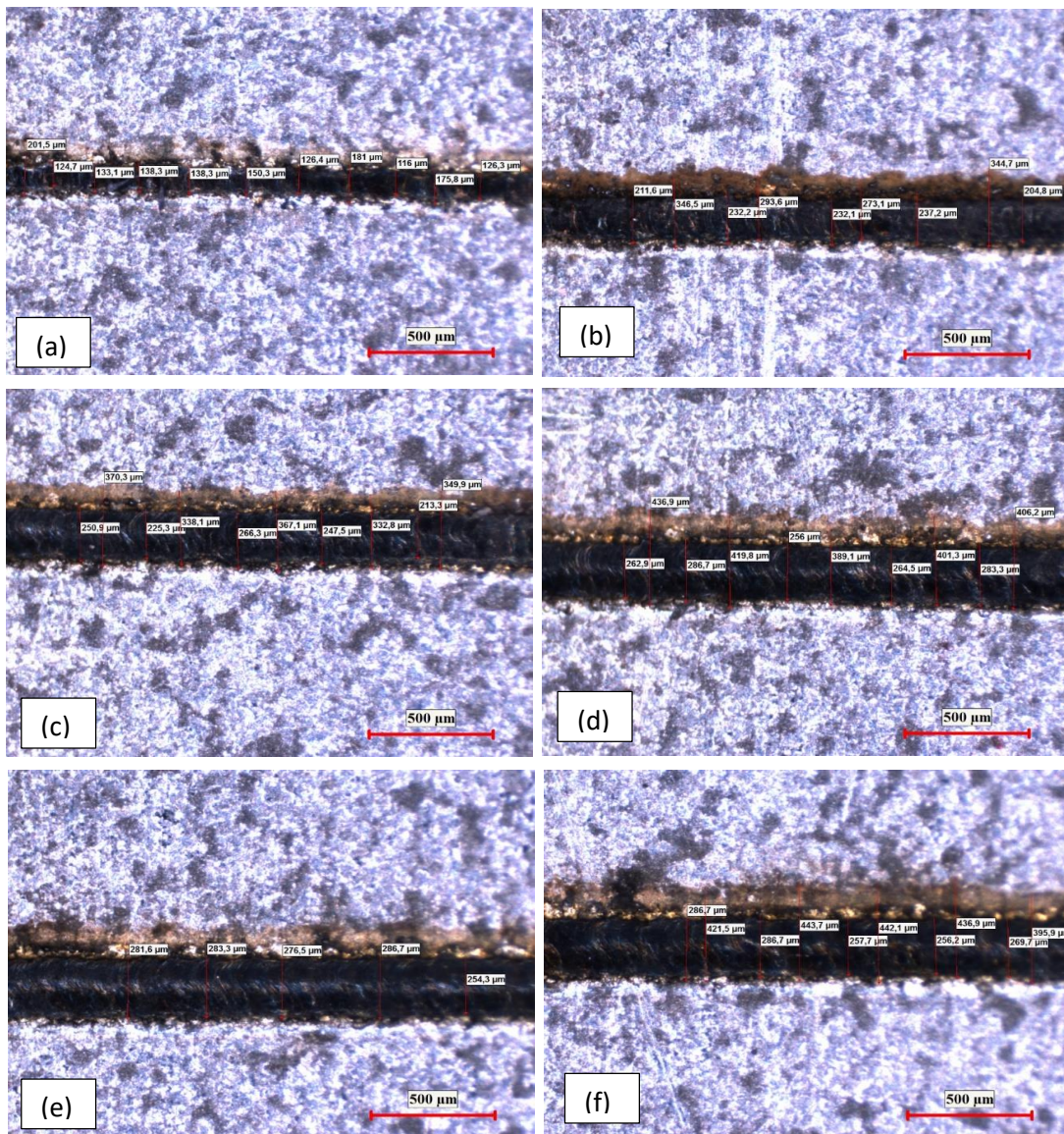


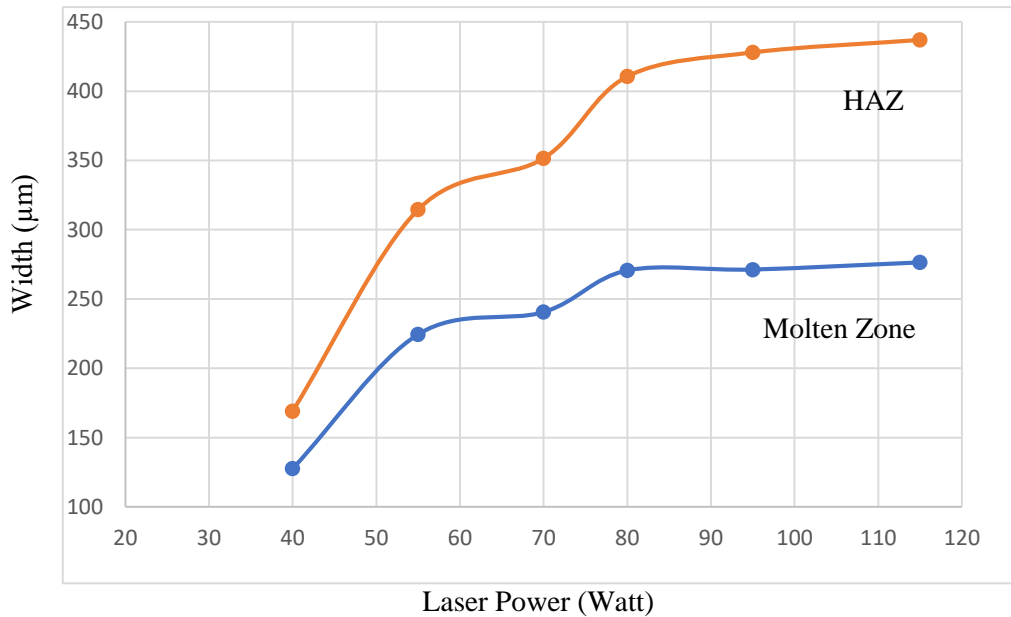
Figure 1. The optical microscope images of the steel surface that were scanned with (a) 40-Watts, (b) 55-Watts, (c) 70-Watts, (d) 80-Watts, (e) 95-Watt laser beam, (e) 95-Watt laser beam.

Table 1. Width of the molten region.

Power (Watt)	Measurements					Average (μm)
	1 st	2 nd	3 th	4 th	5 th	
40	124.7	133.1	138.3	126.4	116.0	127.70
55	216.6	232.2	232.1	237.2	204.8	224.58
70	250.9	225.3	266.3	247.5	213.3	240.66
80	262.9	286.7	256.0	264.5	283.3	270.68
95	286.7	286.4	257.7	256.2	269.7	271.34
115	281.6	283.3	276.5	286.7	254.3	276.48

Table 2. Width of Heat Affected Zone.

Power (Watt)	Measurements					Average (μm)
	1 st	2 nd	3 th	4 th	5 th	
40	201.5	150.5	181.0	175.0	138.3	169.22
55	346.5	293.6	273.1	344.7	315.1	314.60
70	370.3	338.1	367.1	332.8	349.9	351.64
80	436.9	419.8	389.1	401.3	406.2	410.66
95	421.5	443.7	442.1	436.9	395.9	428.02
115	436.2	438.1	432.6	440.5	437.9	437.06

**Figure 2.** The size of the Molten and Heat Affected Zone changed according to the applied laser beam power from 40 Watt to 115 W

4. CONCLUSION

When the change in the molten zone and Heat Affected Zone width are analyzed as a whole, it is seen that as the applied laser power increases, the rate of increase in the width of the groove decreases. The applied laser power has been studied from 40 W to 115 W. Heat Affected Zone Size increased almost linearly when laser power was increased

from 40 W to 80 W. For higher power values, the HAZ size increase is very small. Especially after 80 W, although the width of the Heat Affected zone increased slightly, the molten zone width didn't increase at all

One of the reasons for this may be that when the melt pool reaches a certain amount, the heat is trapped and the heat flow towards the edges slows down.

Another reason may be that the coefficients assumed as constant, such as the heat transfer coefficient of the material, change with temperature and the heat transfer decreases.

Similarly, another reason may be that the melt pool reaches a certain amount or that the physical constants of the material change with heat, so that the heat transfer decreases in the lateral directions and the increased heat spreads downstream and the cavity depth increases accordingly.

The thermophysical properties of materials change with temperature. This change in the thermophysical properties is prominently observed when the laser power is 80 watts or more. Since the heat loss mechanism on the surface is different from the heat loss mechanism inside the material, the results of this study only cover the surface properties. A comprehensive database for laser-machined steel can be created if the cross-section of the material is examined and the results are compared with the results presented in this article.

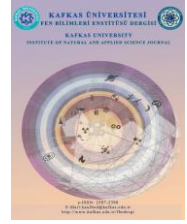
5. REFERENCES

- Aboulkhair N. T., Maskery I, Tuck C, Ashcroft I.,Everitt N. M., (2016) The microstructure and mechanical properties of selectively laser melted AlSi10Mg: The effect of a conventional T6-like heat treatment, *Materials Science&Engineering*, A667139-146.
- Adams R. O., (1983) A review of the stainless steel surface., *Journal of Vacuum Science & Technology A* 1, 12.
- Altenberger I., Scholtes B., Martin U., Oettel H. (1999). Cyclic deformation and near surface microstructures of shot peened or deep rolled austenitic stainless steel AISI 304, *Material Science and Engineering Technology*. (264). (1-16).
- Ceau G.,Popovici V., Croitoru S., (2010). Researches About the Temperature of The Cutting Edge in Turning of Unalloyed Steel, *Scientific Bulletin-University Politehnica of Bucharest*, (72) 97-111.
- Choudhary S.K. and Ganguly S., (2007), Morphology and Segregation in Continuously Cast High Carbon Steel Billets, *ISIJ International*, Vol. 47 No. 12, pp. 1759–1766
- Ghaini F. M., Hamed M.J., Torkamany M.J., Sabbaghzadeh J., (2007) Weld metal microstructural characteristics in pulsed Nd: YAG laser welding, *Scripta Materialia*, (56) 955-958.
- Gardner L., (2005), The use of stainless steel in structures, *Progress in Structural Engineering and Materials*, (7) 45–55.
- Morozov D Yu., Chevskaya O. N., Filippov G. A., and Muratov A. N. (2007). Fire-Resistant Structural Steels”, *Metallurgist*, (5)1, 7–8,.
- Musfirah A.H, Jaharah A.G., (2012), Magnesium and Aluminum Alloys in Automotive Industry, *Journal of Applied Sciences Research*, 8(9): 4865-4875
- Narasimharaju S. R., Wenhan Zeng W., See T. L., Zhu Z.,Scott P.,Jiang X., Lou S., (2022) A comprehensive review on laser powder bed fusion of steels: Processing, microstructure, defects and control methods, mechanical properties, current challenges and future trends, *Journal of Manufacturing Processes*, 75, 375-414.
- Rogers C. C., (1979) Adiabatic Plastic deformation, *Ann. Rev. Mater. Sci.* 9: 283-311
- Shi X.,, Gu D., Li Y., Dai D., Ge Q., Sun Y., Chen H., (2021) Thermal behavior and fluid dynamics within molten pool during laser inside additive manufacturing of 316L stainless steel coating on inner surface of steel tube, *Optics and Laser Technology*, (138) 106917.
- Tabernero V. M. A., Kumar A., Petrov R. H., Monclus M. A., Aldereguia J.M. M., Sabirov I., (2020) The sensitivity of the microstructure and properties to the peak temperature in an ultrafast heat treated low carbon-steel, (776) 1-35.
- Tabernero, I., Lamikiz A., Martínez S., Ukar E., López de Lacalle L.N. (2012) Modelling of energy attenuation due to powder flow-laser beam interaction during laser cladding process, *Journal of Materials Processing Technology*, (212) 516-522.
- Tung C. S. And McMillan M. L., (2004), Automotive tribology overview of current advances and challenges for the future, *Tribology International* 37 517–536
- Zarei O., Fesanghary M., Farshi B., Jalili Saffar R., Razfar M.R. (2009). Optimization of multi-pass face-milling via harmony search algorithm, *Journal of Material Processing Technology*, (209) 2386-2392.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Synthesis and characterization of the poly(GMA-*b*-EG) block copolymer containing epoxy-resin by redox polymerization

Melahat GÖKTAŞ^{1*}, Cengiz AYKAÇ²

¹ Van Yuzuncu Yil University, Faculty of Education, Department of Chemistry, Van, 65080 Turkey

² Van Yuzuncu Yil University, Institute of science, Van, 65080 Turkey

(İlk Gönderim / Received: 19. 01. 2023, Kabul / Accepted: 09. 08. 2023, Online Yayın / Published Online: 12. 10. 2023)

Keywords:

Epoxy-based block copolymer; glycidyl methacrylate, redox polymerization, polyethylene glycol, dispersity.

Abstract: In this study, poly(glycidyl methacrylate-*block*-ethylene glycol) [P(GMA-*b*-EG)] epoxy-based copolymer was synthesized and evaluated by redox polymerization. For this purpose, poly(GMA-*b*-EG) block copolymer containing epoxy-resin was synthesized by redox polymerization of glycidyl methacrylate using polyethylene glycol (PEG-3000) macroinitiator in the presence of cerium ammonium nitrate [Ce(NH₄)₂(NO₃)₆] catalyst. The synthesized epoxy-based copolymer was characterized by FTIR, ¹H-NMR, DSC, TGA, and SEM spectroscopic methods. The molecular weight of the epoxy-based copolymer was also determined by GPC. The epoxy-based copolymer has a relatively narrow molecular weight and distribution. The DSC result showed that the glass transition temperature value of the epoxy-based copolymer was 28 °C, different from that of the homopolymer. SEM analysis showed that the surface morphology of PEG and epoxy-based copolymers was different. It has been proven by TGA analysis that the epoxy-based copolymer has two different decomposition temperatures of 160 °C and 400 °C.

Redoks Polimerizasyonu ile Epoksi Reçine İçeren Poli(GMA-*b*-EG) Blok Kopolimerinin Sentezi ve Karakterizasyonu

Anahtar Kelimeler:

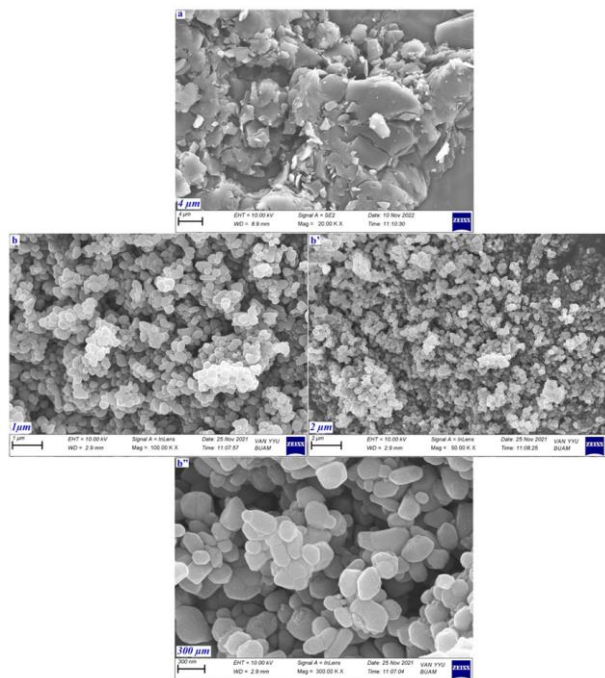
Epoksi bazlı blok kopolimer, glisidil metakrilat, redoks polimerizasyonu, polietilen glikol, dispersite.

Özet: Bu çalışmada, poli(glisidil metakrilat-*blok*-etilen glikol) [P(GMA-*b*-EG)] epoksi bazlı blok kopolimer redoks polimerizasyonu ile sentezlendi ve değerlendirildi. Bu amaç için, polietilen glikol (PEG-3000) makrobaşlatıcı kullanılarak glisidil metakrilatın seryum amonyum nitrat [Ce(NH₄)₂(NO₃)₆] katalizörü varlığında redoks polimerizasyonu ile epoksi reçine içeren poli(GMA-*b*-EG) blok kopolimeri sentezlendi. Sentezlenen epoksi bazlı kopolimer FTIR, ¹H-NMR, DSC ve SEM gibi spektroskopik yöntemlerle karakterize edildi. Epoksi bazlı kopolimerin moleküler ağırlığı da GPC ile belirlendi. Epoksi içeren kopolimer, nispeten yüksek molekül ağırlığına ve dar molekül ağırlığına dağılımına (dispersity) sahipti. DSC sonucu, epoksi bazlı kopolimerin camsı geçiş sıcaklığı değerinin homopolimerden farklı olarak 28 °C olduğunu göstermiştir. SEM analizi, PEG ve epoksi bazlı kopolimerlerin yüzey morfolojisinin farklı olduğunu söyleyebilir. Epoksi bazlı kopolimerin 160 °C ve 400 °C gibi iki farklı ayrışma sıcaklığına sahip olduğu TGA analizi ile kanıtlanmıştır.

*Corresponding author: melahat_36@hotmail.com

DOI: 10.58688/kujs.1239233

GRAPHICAL ABSTRACT



1. INTRODUCTION

Resin is a plastic that becomes heat resistant as a result of a series of chemical reactions. The use of plastic resins both in daily life and in some technological fields is increasing. Glycidyl methacrylate (GMA) is an important commercial monomer because it contains the epoxy functional group that allows many reactions. GMA-based copolymers are of great importance in biotechnological applications since the epoxy group can be easily converted to other functional groups. In addition, homogeneous and heterogeneous polymer networks can be prepared with GMA used in coatings, matrix resins and adhesives (Wang et al., 2022; Liu et al., 2022; Waly et al., 2020; Klimow et al., 2022; Wang & Hutchinson, 2008; Muzammil et al., 2017; May, 1988; Matt et al., 2021; Kovar et al., 1982; Yılmaz & Coşkun, 1982). Polyethylene glycol (PEG) is a straight or branched chain polymer in which oxygen and ethylene units are sequentially bonded to each other. PEG is a polymer preferred especially for medical uses because of its hydrophilic, non-toxic and biocompatibility. Since its hydrophilicity, biodegradability and mechanical properties can be improved, it has a wide range of uses. Polyethylene glycol is a polymer used especially in the pharmaceutical and biomedical field. PEG is prone to chemical modification, binding to another molecule and surface. It increases the size of the molecule it binds to and changes its solubility (Chen, 2008; Zhou, 2003; Li & Kao, 2003; Göktaş et al., 2014; Öztürk et al., 2014). Redox systems are widely used as initiators in radical polymerization and results are obtained in a very short time. Compared to other methods, its main advantage is processing at very mild temperatures. This indicates that it can minimize possible side reactions. Ce(IV) or permanganate combined with a hydroxyl or carboxyl group-containing reductant are more commonly used initiators (Çakmak, 1993; Hazer et al., 1992; Çakmak,

1995; Öztürk & Çakmak, 2007; Göktaş, 2019a; Göktaş, 2020; Göktaş & Deng, 2018). A block copolymer is a chemically bonded end-to-end form of two or more polymer chains. These chain segments follow each other along the main chain. Block copolymers in various structures such as linear diblock (AB), triblock (ABA or ABC), pentablock (ABABA), multiblock or segmented copolymers are available in the literature (Öztürk et al., 2010; Öztürk et al., 2016; Göktaş & Aykaç, 2020; Öztürk et al., 2016; Öztürk et al., 2013; Göktaş & Olgun, 2019; Göktaş, 2019b).

In this study, GMA was polymerized by redox polymerization on PEG, which is a suitable initiator for redox polymerization due to the hydroxyl group at its end, in the presence of $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ catalyst and poly(glycidyl methacrylate-*block*-ethylene glycol) [P(GMA-*b*-EG)] epoxy-based block copolymer was obtained. The interpretation of the results of redox polymerization is presented in detail in the manuscript.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Chemicals

The glycidyl methacrylate, ethylene glycol (PEG-3000), and cerium ammonium nitrate [$\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$] were received from Aldrich and used as received. Methanol and *N,N*-dimethylformamide (DMF) were received from Carlo Erba and used as received.

2.2. Analyzes

Molecular weights and molecular weight distributions of the synthesized epoxy-based copolymer were determined by a PL-GPC 220 and HPLC-Shimadzu; LC-20AD gel permeation chromatography (GPC) using THF as solvent. The functional groups, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) spectra of the synthesized epoxy-based polymer and initiator were recorded with a Spectrum 100 Model FTIR Perkin Elmer spectrometer in transmit mode with a scanning speed of 4000 to 550 cm^{-1} . Structure characterization of the synthesized epoxy-based block copolymer and initiator, ^1H -nuclear magnetic resonance (^1H -NMR) spectra using DMSO as a solvent, was performed with a Bruker Ultra Shield Plus, ultra-long retention time 400 MHz NMR spectrometer. Thermal analyses of the synthesized polymers were performed using the Lab SYS EVO TGA/DSC thermogravimetric analysis (TGA) device and differential scanning calorimetry (DSC) with the heating rate of 10 $^\circ\text{C}/\text{min}$ under Argon gas protection. TGA consists of a sample pan supported by a delicate balance. It is possible to examine the surface morphology of polymeric materials with high molecular weight by scanning electron microscopy (SEM) method. SEM images of the epoxy-based copolymer were taken using a Scanning Electron Microscope ZEISS SIGMA 300 FESEM with Energy X-ray Spectroscopy (EDX).

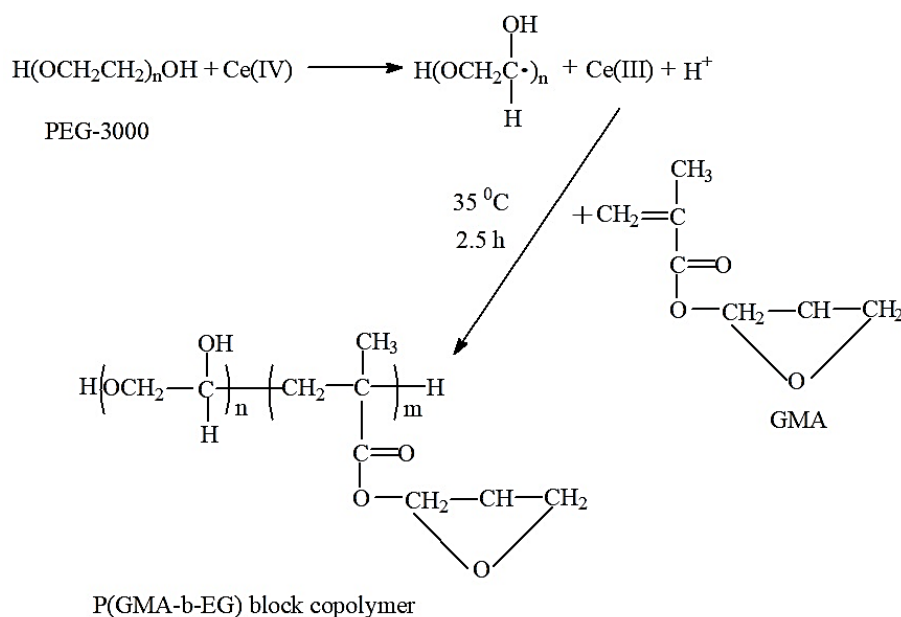
2.3. Synthesis of epoxy-based block copolymer by redox polymerization

Poly(glycidyl methacrylate-*block*-ethylene glycol) [P(GMA-*b*-EG)] epoxy-based block copolymer, via redox polymerization of glycidyl methacrylate using polyethylene glycol (PEG-3000) macroinitiator, was prepared. For redox polymerization, a vial was equipped with 3 g of glycidyl methacrylate (GMA), 2 g of polyethylene glycol (PEG-3000), and 2.5 g of $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ (as a catalyst). The vial was placed in a water bath at 35°C for polymerization and stirred for 2.5 h. Then, the vial content, to precipitate P(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer, was dropped into excess of methanol. Poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer was dried in the vacuum oven at room temperature.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Synthesis of poly(glycidyl methacrylate-*block*-ethylene glycol) block copolymer containing epoxy resin

In this study, poly(glycidyl methacrylate-*block*-ethylene glycol) [P(GMA-*b*-EG)] block copolymer containing epoxy resin was obtained by redox polymerization of glycidyl methacrylate in the presence of $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ using a catalyst and PEG macroinitiator. The glycidyl methacrylate monomer conversion was calculated from the weight of the epoxy-based polymer dried at the end of polymerization. The polymerization conversion of the GMA monomer onto polyethylene glycol is 70 wt. %. The synthesis route of the block copolymer is shown in Scheme 1.



Scheme 1. The poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer synthesis route.

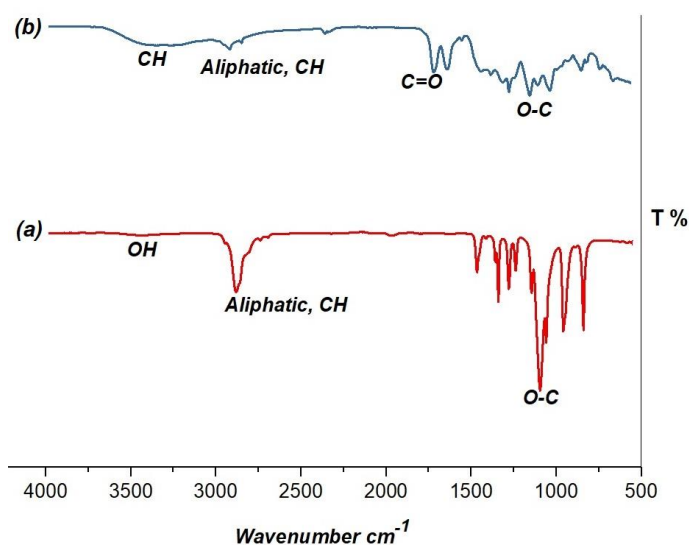


Figure 1. FTIR images of polyethylene glycol (PEG-3000) (a), poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer (b).

The FTIR image of polyethylene glycol shown in Figure 1a, ascribes the characteristic peaks of 3316 cm^{-1} for $-\text{OH}$ groups, and aliphatic $-\text{CH}$ groups at 2950 cm^{-1} . The FTIR results of P(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer in Figure 2b also show the characteristic bands of $-\text{CH}$ of epoxy groups at 3269 cm^{-1} , aliphatic $-\text{CH}$ groups at 2918 cm^{-1} , $-\text{C}=\text{O}$ vibration at 1720 cm^{-1} , $-\text{O}-\text{C}$ vibration at 1156 cm^{-1} . The ^1H NMR results of the polyethylene glycol in Figure 2a ascribes 3.2 ppm for $-\text{OH}$, and 3.4 and 3.5 ppm for $-\text{OCH}_2$. Typical ^1H -NMR results of the P(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer shows in Figure 2b, 1.2 ppm for $-\text{CH}_3$ of the GMA block, 2.4 and 2.5 ppm for $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}$ and $-\text{OH}$ of the PEG and GMA blocks, 3.2 and 3.3 ppm for $-\text{OCH}_2$ of the PEG and GMA blocks, 4.1 ppm for $-\text{OCH}_2$ of the GMA block.

The molecular weight of the epoxy-based block copolymer was determined by GPC. GPC curves for poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer was demonstrated in Figure 3. The molecular weight of the epoxy-based block copolymer was found to be $M_n = 20808\text{ g/mol}$ by GPC. The dispersity value of the epoxy-based block copolymer was found 1.69. Thermal properties of the poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer

investigated by differential scanning calorimetry (DSC). The glass transition temperature (T_g) of poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer was found by the DSC analysis. The T_g value for the epoxy-based block copolymer was observed as $28\text{ }^\circ\text{C}$. It can also be explained by the reduction of homopolymer formation and the high rate of epoxy-based block copolymer formation. The T_g curve is shown in Figure 4. Weight loss by TGA analysis of the epoxy-based block copolymer started at $25\text{ }^\circ\text{C}$ and ended with two degradations at $600\text{ }^\circ\text{C}$. TGA and derivative thermogravimetry (DTG) of poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer is as shown in Figure 5. The poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer has two weight-loss stages in the range of $160\text{ }^\circ\text{C}$ and $400\text{ }^\circ\text{C}$ which can be attributed to the decomposition temperatures (T_d) of the PEG and PGMA blocks, respectively (in Figure 5). The surface morphology of the epoxy-based block copolymer was investigated by SEM analysis. The SEM images of epoxy-based block copolymer are given in Figure 6. SEM analysis displayed that the surface morphology of the epoxy-based block copolymer consisted of two different phases. SEM surface morphology of the epoxy-based block copolymer has clear surface properties and can form a continuous phase.

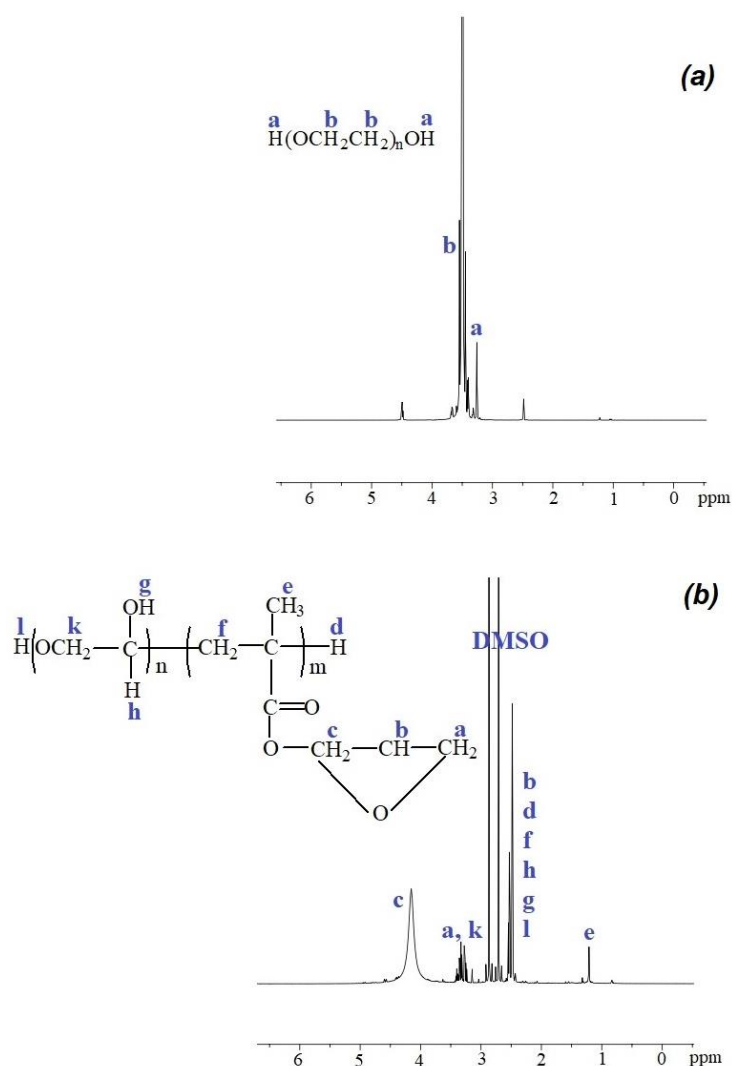


Figure 2. ^1H NMR images of polyethylene glycol (PEG-3000) (a), poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer (b).

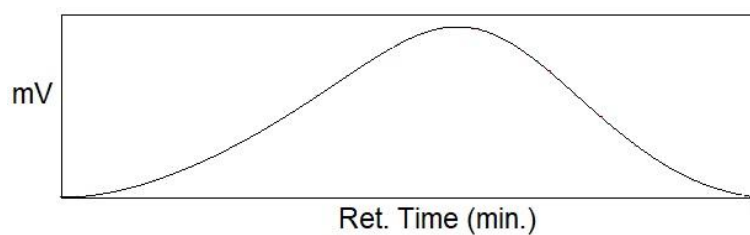


Figure 3. GPC diagram for poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer.

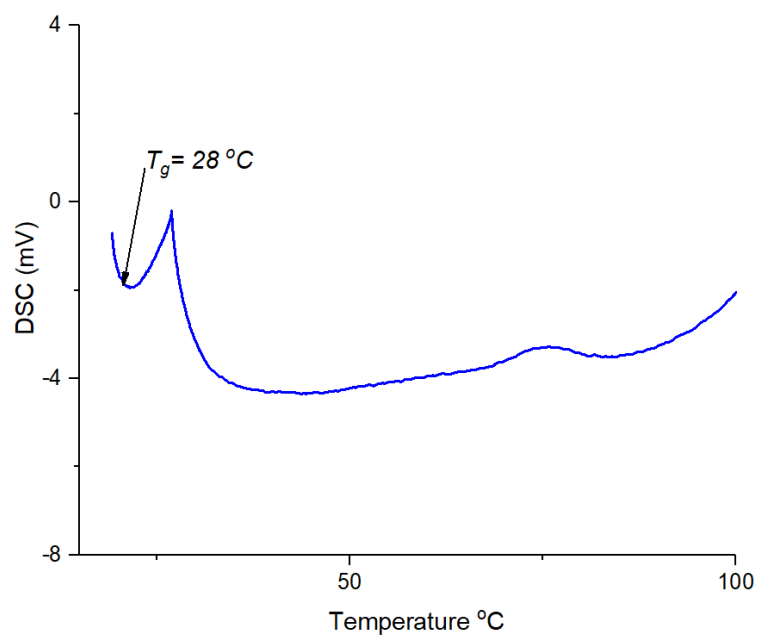


Figure 4. DSC result of poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer.

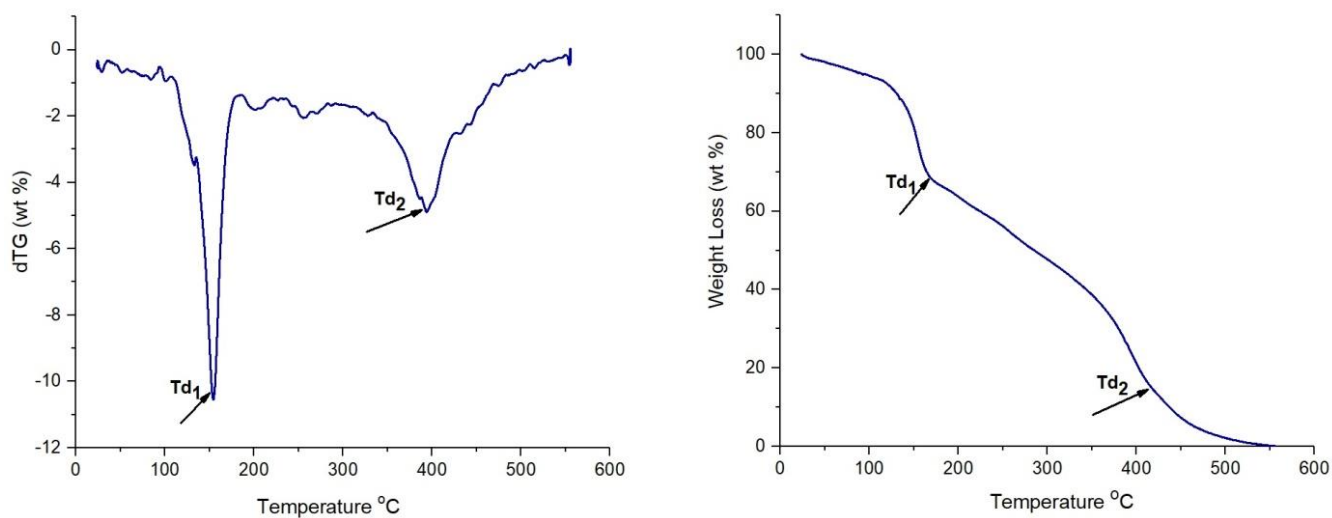


Figure 5. TGA and dTG curves of poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer.

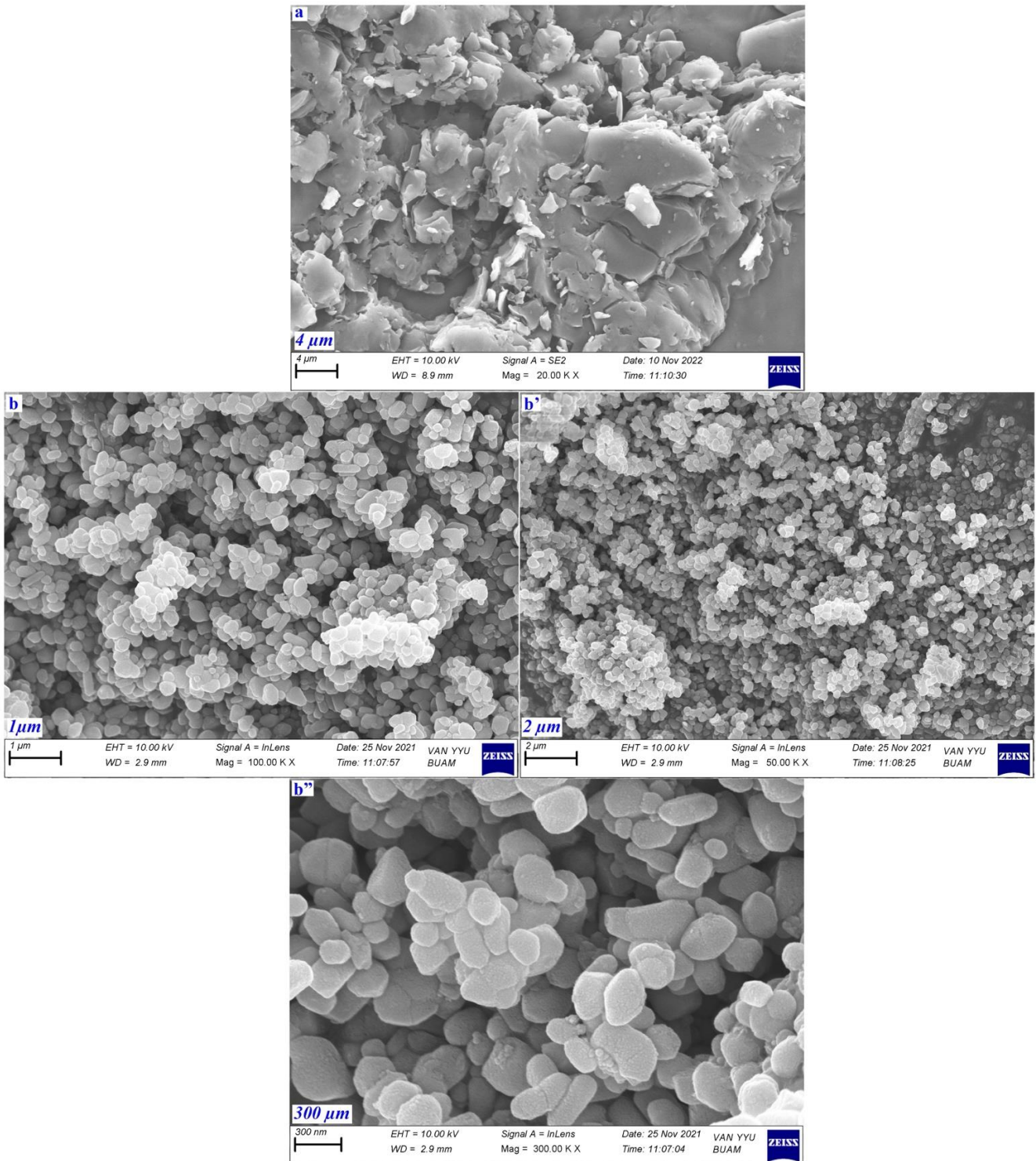


Figure 6. SEM images of PEG (a) and poly(GMA-*b*-EG) (b, b', b'') epoxy-based block copolymer.

4. CONCLUSION

In this study, poly(glycidyl methacrylate-block-ethylene glycol) [P(GMA-*b*-EG)] block copolymer containing epoxy resin was obtained by redox polymerization of glycidyl methacrylate in the presence of $\text{Ce}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ a using catalyst and PEG macroinitiator. This method is an inexpensive and effective method for synthesizing block copolymers. The DSC result showed that the glass transition

temperature value of the poly(GMA-*b*-EG) epoxy-based block copolymer was 28 °C, different from that of the homopolymer. The SEM analysis demonstrated that the surface morphology of the PEG and epoxy-based copolymers differed. The fact that the epoxy-based copolymer has two different decomposition temperatures such as 160 °C and 400 °C has been proven by TGA analysis. The synthesized epoxy-based block copolymer can be used in various biotechnological applications because many reactions can be

performed on the GMA units in poly(GMA) or copolymers to form new functional groups.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Van Yüzüncü Yıl University Scientific Research Fund (grand number: FYL-2020-9254).

5. REFERENCES

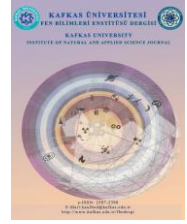
- Cakmak I. (1993). Preparation of multiphase block copolymers by redox polymerization process. 2: Polymerization of acrylonitrile by the manganese(III)-poly(ethylene glycol) redox system. *Die Angew. Macromol. Chem.* 211(1), 53-60.
- Cakmak I. (1995). Synthesis of block copolymers by redox macro initiators. *Macromol Rep.* 32(1) 197-206.
- Chen J. (2008). Molecular Recognition in Terms of a Dimensionless Index. 2. Thermodynamic Patterns of Intramolecular Interactions of PEG and Its Alcohol Substrates. *Journal of Physical Chemistry*, 112(6) 1706-1711.
- Göktaş M. (2019). Synthesis and characterization of poly(styrene-*b*-methyl methacrylate) block copolymers via ATRP and RAFT. *J. Inst. Sci & Tech.* 9(1), 139-149.
- Göktaş M. (2019). Synthesis and characterization of various block copolymers using PMMA-Br macroinitiator. *Chem. Papers*, 73(9), 2329–2339,
- Göktaş M. (2020). Synthesis and characterization of temperature-responsive block copolymers using macromonomeric initiator. *Chem. Papers*, 74(7), 2297–2307.
- Göktaş M., Aykaç C. (2020). Synthesis and characterization of poly(ϵ -caprolactone)-*b*-poly(acrylamide) block copolymers. *J. Inst. Sci & Tech.* 10(2), 1154-1162.
- Göktaş M., Deng G. (2018). Synthesis of Poly(methyl methacrylate)-*b*-poly(N-isopropylacrylamide) Block Copolymer by Redox Polymerization and Atom Transfer Radical Polymerization. *Indones. J. Chem.* 18(3), 537–543.
- Göktaş M., Olgun B. (2019). One-step synthesis and characterization of poly(ϵ -caprolactone)-*b*-poly(N-isopropylacrylamide) thermo-responsive block copolymers via RAFT and ROP techniques. *Polym. Sci. Series B.* 61(4), 421–429.
- Göktaş M., Öztürk T., Atalar M.N., Tekeş A.T., Hazer B. (2014). One-Step Synthesis of Triblock Copolymers via Simultaneous Reversible-Addition Fragmentation Chain Transfer (RAFT) and Ring-Opening Polymerization Using a Novel Difunctional Macro-RAFT Agent Based on Polyethylene Glycol. *J. Macromol. Sci. Part A-Pure and Appl. Chem.* 51(11), 854-863.
- Hazer B., Çakmak İ., Denizligil S., Yağcı Y. (1992). Preparation of multiphase block copolymers by redox polymerization. *Angew. Macromol. Chem.* 195(1), 121-127.
- Klimov V.V., Kolyaganova O.V., Bryuzgin E.V., Navrotsky A.V., Novakov İ.A. (2022) Effect of the Composition of Copolymers Based on Glycidyl Methacrylate and Fluoroalkyl Methacrylates on the Free Energy and Lyophilic Properties of the Modified Surface. *Polymers*, 14, 1960.
- Kovar J., Navratilova M., Skursky L. (1982) Immobilization of horse liver alcohol dehydrogenase on copolymers of glycidyl methacrylate and ethylene dimethacrylate. *Biotechnol. Bioeng.* 24, 837–45.
- Li J., and Kao W. J. (2003). Synthesis of Polyethylene Glycol (PEG) Derivatives and PEGylated-Peptide Biopolymer Conjugates. *Biomacromolecules*, 4(4), 1055-1067.
- Liu X., Hou G., Zheng H., Li W. (2022) Preparation of Wool-g-Glycidyl Methacrylate with a Constructed –SH Groups/Ammonium Persulfate Redox System and Characterization. *MATERIALS SCIENCE (MEDŽIAGOTYRA)*, 28 (3).
- Matt L., Liblikas I., Bonjour O., Jannasch P., Vares L. (2021). Synthesis and anionic polymerization of isosorbide mono-epoxides for linear biobased polyethers. *Polym. Chem.* 12(41), 5937–5941.
- May C.A. (1988). *Epoxy resins chemistry and technology.* New York: Marcel Dekker.
- Muzammil E. M., Khan A., Stuparu M.C. (2017). Post-polymerization modification reactions of poly(glycidyl methacrylate)s. *RSC Adv.* 88 (7) 55874–55884.
- Öztürk T., Atalar M.N., M Göktaş., B Hazer. (2013). One-Step Synthesis of Block Graft Copolymers via Simultaneous Reversible-Addition Fragmentation Chain Transfer and Ring-Opening Polymerization Using a Novel Macroinitiator. *J. Polym. Sci. Part A Polym. Chem.* 51(12), 2651–2659.
- Öztürk T., Çakmak İ. (2007). Synthesis of Block Copolymers via Redox Polymerization Process: A Critical Review. *Iranian Polym. J.* 16(8), 561-581.

- Öztürk T., Gökteş M., Hazer B. (2010). One-Step Synthesis of Triarm Block Copolymers via Simultaneous Reversible-Addition Fragmentation Chain Transfer and Ring-Opening Polymerization. *J. Appl. Polym. Sci.* 117(12), 1638–1645.
- Öztürk T., Gökteş M., Hazer B. (2011). Synthesis and Characterization of Poly(methyl methacrylate-blockethylene glycol-block-methyl methacrylate) Block Copolymers by Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Polymerization. *J. Macromol. Sci. Part A-Pure and Appl. Chem.* 48(1), 65-70.
- Öztürk T., Kaygın O., Gökteş M., Hazer B. (2016). Synthesis and Characterization of Graft Copolymers Based on Polyepichlorohydrin via Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Polymerization. *J. Macromol. Sci. Part A-Pure and Appl. Chem.* 53(6), 362–367.
- Öztürk T., Yavuz M., Gökteş M., Hazer B. (2016). One-step synthesis of triarm block copolymers by simultaneous atom transfer radical and ring-opening polymerization. *Polym. Bull.* 73(6), 1497–1513.
- Waly A.İ., Khedr M.A.M., Ali H.M., Ahmed İ.M. (2020) Chemical Functionalization of Cellulose-Poly(Glycidyl-Methacrylate) Graft Copolymer with Two Different Poly Amino Compounds. *Egypt J Chem.* 63 (7) 2673 – 2682.
- Wang B., Wang P., He B., Liu S., Ye Q., Zhou F. (2022) Fabrication of ionic liquid-functionalized polystyrene nanospheres via subsurface-initiated atom transfer radical polymerization for anti-fouling application. *Progress in Organic Coatings* 171, 107044.
- Wei Wang W., Hutchinson R.A. (2008). PLP/SEC/NMR Study of Free Radical Copolymerization of Styrene and Glycidyl Methacrylate. *Macromolecules*, 41(23), 9011-9018.
- Yılmaz S., Coşkun M. (2018). Poly(glycidyl methacrylate-co-styrene): Synthesis, Characterization, Reaction With Aminated MWCNT and Thermal investigation. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 5(2) 537-546.
- Zhou S. (2003). Biodegradable poly(e-caprolactone)-poly(ethylene glycol) block copolymers: characterization and their use as drug carriers for a controlled delivery system. *Biomaterials*, 24(20), 3563-3570.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Investigation of Swelling Properties and Liquefaction of Solid Fuels

Ahmet Turan TEKEŞ^{1*}, Ashhan Aycan TANRIVERDİ¹, Ahmet Muammer CANEL²

¹ Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kars, Türkiye

²Ankara University, Faculty of Science, Chemistry Department, retired, Ankara, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 16. 11. 2022, Kabul / Accepted: 20. 01. 2023, Online Yayın / Published Online: 12. 10. 2023)

Keywords:

Lignite,
solvent blowing,
catalyst,
supercritical extraction

Abstract: In this study, the effect of various parameters on the swelling of Edirne Uzunköprü, Edirne Keşan Çanakkale Yeniçirpılar and Bursa Mustafa Kemal Paşa lignites was investigated. In the first part of the study, swelling processes were applied to the lignites. Swelling measurements were made in closed glass tubes using 10 different solvents. Swelling ratios of lignite samples treated with solvents were determined and the dependence of these ratios on the properties of the solvent was examined. In the second part, the original lignite samples, swollen with various solvents, were subjected to soxhlet extraction with THF and the liquid product yields obtained from each sample were determined. Then, the same samples were extracted with toluene under supercritical conditions, and the effects of temperature, pressure, and pre-expansion on the extract yield were investigated. Extract yields of lignite samples swollen with solvents such as THF, TBAH, DMSO, DMF, and EDA were found to be higher than those of other solvents. The common features of these solvents are that they have atoms containing unpaired electrons such as N, O, etc. In addition, it was thought that the high extract yields of solvents with a large and positive difference in the number of donors and acceptors may be related to the breaking of the cross-links in the lignites by the solvent.

Katı Yakıtların Şişme Özelliklerinin İncelenmesi ve Sıvılaştırılması

Anahtar Kelimeler:

Linyit,
çözücü ile şişirme,
katalizör,
kritik üstü ekstraksiyon

Özet: Bu çalışmada Edirne Uzunköprü, Edirne Keşan Çanakkale Yeniçirpılar ve Bursa Mustafa Kemal Paşa linyitlerinin şişirilmesine çeşitli parametrelerin etkisi incelenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde, linyitlere şişirme işlemleri uygulanmıştır. Şişme ölçümleri ağzı kapalı cam tüplerde 10 ayrı çözücü kullanılarak yapılmıştır. Çözücülerle işlem gören linyit örneklerinin şişme oranları belirlenmiş ve bu oranların çözücünün özelliklerine bağlılığı irdelenmiştir. İkinci bölümde ise orjinal linyit, çeşitli çözücülerle şişirilmiş linyit örnekleri, THF ile soxhlet ekstraksiyonuna tabi tutulmuş ve her bir örnekte elde edilen sıvı ürün verimleri belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnekler toluen ile süperkritik koşullarda ekstrakte edilerek sıcaklığın, basıncın ve ön şişirme işleminin ekstrakt verimine etkisi incelenmiştir. THF, TBAH, DMSO, DMF ve EDA gibi çözücülerle şişirilen linyit örneklerinin ekstrakt verimlerinin diğer çözücülerinkinden yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çözücülerin ortak özellikleri yapısında N gibi O gibi ortaklanmamış elektron bulunduran atomlara sahip olmalarıdır. Ayrıca donör sayısı – akseptör sayısı farkı büyük ve pozitif olan çözücülerin ekstrakt verimlerinin büyük olmasının linyitlerdeki çapraz bağların çözücü tarafından koparılmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

*İlgiliyazar: attekes@hotmail.com

DOI: 10.58688/kujs.1120954

1. INTRODUCTION

Until the second half of the 20th century, coal was used as the sole raw material source for synthetic liquid fuels and especially for aromatic basic materials for about a century. Coal has been an important source of energy for people for a long time and enabled the rapid development of the industry (Song et al., 1993). Tar, which is formed as a by-product during the production of coke, which is necessary for the steel industry, formed the basis of chemicals extracted from coal. By processing the tar, dyestuffs, drugs, and chemicals are obtained (Franck et al., 2012). Although it lost its former importance for a while as a result of the rapid progress of the petrochemical industry, it has gained great importance again in recent years due to the continuous increase in energy consumption and the evaluation of new energy sources (Gür et al., 2018). However, it is difficult to make a long-term economic evaluation of energy, and the limited total oil reserves have led researchers to work on the liquefaction of coal and lignites in recent years (Xie et al., 2010). Such studies aim to produce liquid fuels from coal, which can replace oil or at least reduce dependence on oil. In addition, it is known that coal is more than enough to meet the need for energy and chemical raw materials for a longer period compared to oil, and it has a more homogeneous distribution compared to oil in the world (Şimşek, 1997). Since solar, geothermal, and nuclear energy sources do not reach an efficient or safe level of use, the most suitable liquid fuel to replace oil is liquid hydrocarbon mixtures obtained from coal. The continuation of the existing systems following the use of liquid fuel will only be possible in this way (Lee, 2012).

In 1980, the Sasol II process in South Africa and the NEDO (later NEDOL) pilot plant, which tested the suitability of lignite and bituminous coals for liquefaction, were commissioned in Japan. In the same year, the H-Coal process was started to be applied in the USA. Research and development programs continue in different countries, especially in Canada, Japan, China, America, England, and Germany (Asaro et al., 2013; Dingbang et al., 2021). In 1986, a joint transaction working group (US-DOE) was established with these countries, including France, Portugal, and Spain (Wiser et al., 2008). The structure of coal is different from that of oil, and the main difference here is that the H/C ratio in coal is smaller than that of oil. It is thought that the complex organic structure of coal has a polymeric character and consists of macromolecules (Peppas et al., 1984). The most widely accepted one among the hypothetical coal models put forward by using the average structure parameters is the aromatic/hydroaromatic structure model. According to this model, aromatic ring groups carrying alkyl, hydroaromatic and functional groups and condensed to varying degrees are connected by heteroatom of methylene bridges. As a result of the breaking of these bridges, it seems possible to convert coal into soluble products or liquid products. After the decomposition process, hydrogen should be added to this hydrogen-poor structure or carbon should be reduced. It was observed that higher liquid product yields were obtained from coals that were pre-expanded with some solvents before the liquefaction process compared to the original coals (Eaves, 2004).

In this study, 4 different lignite samples taken from different regions of Turkey were pre-inflated with various organic solvents, then supercritical gas extraction and soxhlet extraction were applied to these lignites. The yields of the obtained extracts were compared and the effects of swelling were tried to be investigated.

2. MATERIAL AND METHOD

It is possible to summarize the experiments in this study, which were carried out to examine the swelling properties of solid fuels and the liquid product obtained as a result of soxhlet extraction and supercritical extraction of swollen samples with some organic solvents. Lignite samples from 4 different regions obtained from MTA laboratories (The name of the organization is MTA, there is no abbreviation.) were ground to 0.2 mm-1 mm dimensions and used in the experiments. The thermal decomposition of lignite samples was investigated by heating them to 1000 °C in a thermogravimetric analyzer. Then, these samples were swelled by treating them with organic solvents with different properties and swelling measurements were made. Extraction efficiencies of all inflated samples and untreated lignite samples were compared by soxhlet extraction. Extraction efficiencies were found by supercritical gas extraction of all inflated samples and untreated lignite samples.

2.1. Lignite Samples Used in Experiments

In this study, MTA is solid fuel. obtained from the laboratories of the General Directorate of Lignite sample from Bursa Mustafa Kemal Paşa region, Lignite sample from Edirne Uzunköprü region, Lignite sample from Çanakkale Yeniçirpılar region, and Lignite sample from Edirne Keşan Yenimuhacir region were used.

2.2. Sample Analysis

Moisture, ash, and volatile matter analyses of lignite samples were carried out following the relevant Turkish Standards. Moisture determination was made according to TS 690, ash determination according to TS 1042, and volatile matter determination according to TS 711.

2.3. Swelling Tests

Swelling experiments were carried out to select the pre-expansion solvents and to determine the relations between the characteristic properties of the solvents and the swelling ratio. Swelling experiments, which have the advantage of being simple and can be applied in a short time, were carried out volumetrically in graduated glass tubes with a height of 10 cm and a diameter of 1.3 cm. For the experiment, 1 g of lignite sample, dried in an oven, was placed in a glass tube, the tube was centrifuged for five minutes and the first h_1 height of the lignite layer was measured. After this process, 5 cm³ of solvent was added and the tube was centrifuged again and the h_2 height of the layer was read. After shaking the tube vigorously, it was kept closed overnight and the h_2 height was read again after centrifugation. This process was continued until a constant h_2 height was achieved. The swelling ratio (Q) and the % swelling value are calculated from equations 1 and 2 below;

$$\text{Swelling ratio} = Q = \frac{h_2}{h_1} \quad (1)$$

$$\% \text{ Swelling} = \% S = \frac{h_2 - h_1}{h_1} \cdot 100 \quad (2)$$

Each percent swelling value is the average of the result found in at least three experiments at room temperature. The samples to be subjected to the pre-expansion process and then to be used in the studies of obtaining liquid product by soxhlet and supercritical gas extraction were prepared as follows. 30 g of oven-dried lignite and 75 cm³ of solvent were placed in a 500 cm³ graduated glass container, and the container was closed and waited for 3 days at room temperature. Then the solvent was filtered and the remaining solvent in the pre-expanded lignite was removed under vacuum in a rotary evaporator. The samples obtained by applying the pre-expansion process in this way were subjected to soxhlet extraction with THF and supercritical gas extraction with toluene.

2.4. Soxhlet Extraction

The Soxhlet extractor consists of a grinding glass balloon, a reflux cooler, and a lignite chamber. A certain amount of solvent is placed in the glass flask and heated from the bottom. The evaporated solvent rises and condenses in the refrigeration unit and collects in the coal section. Here it dissolves the substances it can extract in lignite. After the chamber is filled, it empties back into the balloon with the substances it has dissolved from the lignite sample by making a siphon. This process is continued until the solvent coming into the chamber is colorless, that is until there is no substance to be extracted from the lignite. After the extraction is complete, the solvent is removed from the extractant with a rotary evaporator and the amount of extract is determined. The extract yield is calculated from Equation 3 below.

$$\% \text{ Yield} = \% n = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (3)$$

Here, A shows the amount of extract (g), and B shows the amount of dry lignite (g). THF was used as the solvent in these experiments.

2.5. Super Critical Gas Extraction

The experimental system in which the supercritical gas extraction is carried out consists of three main parts:

- 1- Reactor made of stainless steel.
- 2- An oven whose temperature can be controlled and used to heat the reactor.
- 3- Temperature control unit.

The reactor has a volume of 1 L and the highest working pressure is 150 atm. The lid of the reactor is closed by tightening with 6 nuts and there are inlet and outlet valves for liquid or gas when necessary and a manometer capable of measuring up to 300 atm. In addition, the safety valve is

located on the cover for sudden pressure increases. With the temperature control system, the temperature of the oven can be kept constant at the desired value. Toluene was used as a solvent in supercritical gas extraction experiments. The critical temperature of toluene is 318.6 °C and its critical pressure is 41.1 atm. For each experiment, 15 g of lignite with a grain size of 0.2 mm⁻¹ mm was put into the reactor and 150 g of toluene was added, with a solvent/lignite ratio of 10/1 used in similar studies in the literature. The reactor was started to be heated after the lid was closed using a torque wrench. It was kept at 450 °C, a temperature above the critical temperature of toluene, for 60 minutes. At this temperature, the pressure of the system was measured as 80 atm. After 30 minutes, the heating process was terminated and the system was left to cool. The lid of the reactor, which was cooled by spraying external air on it until about laboratory temperature, was opened and the solvent containing the extract was separated from the solid part by filtration. This mixture was evaporated in a rotary evaporator under a vacuum and the solvent was removed. The remaining extract was weighed and the extract yield was calculated from equation 4 below.

$$\% \text{ Extract yield} = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad (4)$$

Here, A is the extract amount (g), and B is the dry ashless lignite amount (g).

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Soxhlet Extraction

Moisture, ash, and volatile matter amounts in the lignite samples used in the experiment were determined according to TS 690, TS 1042, and TS 711, respectively. The results are given in Table 1.

3.2. Swelling Tests

Based on the literature information, 12 different solvents were selected for swelling the lignite samples to cover a wide range of solubility parameters. The solubility parameters of the solvents vary between 8.9 (cal cm⁻³)^{1/2} and 12.9 (cal cm⁻³)^{1/2}. The solvents used, their donor (DS) and acceptor (AS) numbers, and solubility parameters (δ) are shown in Table 2.

A concept called donor number has been developed for solvents to relate properties such as solubility, redox potential, and ionization degrees of substances in various solvents. Here, solvents are considered as Lewis bases and their electron-pair donor affinities are compared. V. Gutmann in 1966 defined the donor number of a base (solvent) as the negative enthalpy (kcal/mol) of the reaction of that base with antimony pentachloride as a reference acid.

The number of donors shows the solvent's tendency to bond with the solute (acid) by donating an electron pair (Gutmann et al., 1966). Mayer and Gutman (1975) proposed a similar concept for acidic solvents. In this concept called acceptor number, the solvent is this time the electron pair acceptor.

Table 1. Results of short analysis and elemental analysis of lignite samples

Lignite Sample	Air Dried Base			Dry, Ashless, Base			
	Moisture, %	Ash, %	Volatile substance, %	C	H	N	S
Bursa MKP	11.8	19.6	24.2	61.0	5.9	1.7	4.8
Edirne Keşan	9.5	18.5	22.5	62.4	5.7	1.9	3.8
Çanakkale Yeniçirpılar	10.6	20.4	23.6	58.3	5.4	1.5	2.6
Edirne Uzunköprü	9.0	17.5	21.7	60.2	5.3	1.6	3.5

The determination of the acceptor number was based on the amount of change caused by the interaction in the P-NMR (nuclear magnetic resonance) chemical shift of the base. Et₃PO was used as the reference base. The acceptor number of a solvent is proportional to the change in the P-NMR chemical shift of the reference base. To use the relative values, the acceptor number of hexane, which does not cause any change in the chemical shift, is taken as 0 and the acceptor number of antimony pentachloride in dichloroethane is taken as 100. In this chart, the acceptor numbers of the solvents are calculated relative to the change caused by the P-NMR chemical shift of Et₃PO (Mayer et al., 1975). Compared to Figure 1a, THF, pyridine, DMF, EDA, and DMSO give higher swelling rates. Apart from TBAH, which shows the highest swelling effect for all lignite samples, a high swelling ratio is also obtained with DMF and EDA. Here, due to the structural properties of lignite, the effect of these solvents is slightly more than the others.

According to the literature, if the solubility parameter of the solvent used and the solubility parameter of the lignite are close to each other, greater swelling and ultimately more extract can be obtained with these lignites. From this, it can be said that the solubility parameter of Edirne Uzunköprü lignite is closer to those of DMF and EDA. A graph (Q-DS) was drawn to determine the relationship of swelling ratios with the number of donors (DS) of the solvent (Figure 2a). Accordingly, as DS increases, the swelling ratio also increases. Swelling is smaller, especially in solvents with a donor number of 0-20. The swelling ratios obtained with solvents with 20-55 donor numbers are greater. Similar results were obtained in the studies conducted by Szeliga and Marzec (1983) (Szeliga et al., 1983).

On the other hand, while there was no regular relationship between swelling and acceptor number (AS), a significant change was observed between the swelling ratio and DS-AS as in Figure 3a. Greater swelling ratios are achieved with solvents with a positive DS-AS value. According to Figure 3a, higher swelling ratios were obtained in the same lignite sample with THF, pyridine, EDA, DMSO, and DMF solvents compared to other solvents. The common feature of these solvents is that the difference between DS and AS is large. This situation was expressed by Marzec (1979) as “solvents with a large difference between DS and AS are suitable solvents for extraction” (Marzec et al., 1979). The relationship between the solvent properties and the swelling properties of Edirne Keşan lignite is shown in Figures 1b, 2b, and 3b. When these graphs are examined, it can be said that Uzunköprü and Keşan lignites show similar properties to solvents.

The solvents with a DS value greater than 20 are more likely to interact with lignite: Again, it can be seen from these

figures that the larger the DS-AS difference, the higher the swelling and effect of the solvent on the lignite.

In the same conditions, the relationship between the solvent properties used in the swelling test of the samples used as a result of the swelling experiments with Çanakkale Yeniçirpılar and Bursa Mustafa Kemal Paşa lignites are shown in Figure 1c, 1d, 2c, 2d, 3c, and 3d respectively.

When the results obtained from the swelling tests with solvents of four different lignite samples used are compared, i) It is seen that the solvents behave according to their properties in terms of affecting and penetrating the lignite, ii) In different lignite samples, especially solvents with high donor numbers such as THF, NMP, EDA, DMSO, DMF, TBAH, pyridine and having unpaired electrons in atoms such as N and O in their structure show almost the same interaction, iii) The observed small swelling differences appear to be related to the differences in the pore structure of the lignites, iv) It is also seen that solvents with low donor numbers interact less with lignites. In Figure 4, the swelling percentages of all lignite samples with solvents are shown comparatively. According to Figure 6, it is seen that the amount of swelling depends more on the physical and chemical properties of the solvent than the structural properties of the lignites.

3.3. Soxhlet Extraction

Soxhlet extraction was carried out by incorporating soluble compounds in the original lignite and blowing lignites into a solvent at atmospheric pressure with THF. Then, the solvent (THF) was separated from the extract by evaporation in a rotary evaporator and the extract yield was calculated. In Table 3, the yields of the samples obtained from Edirne Uzunköprü, Edirne Keşan, Çanakkale Yeniçirpılar and Bursa MKP lignites as a result of pre-expansion with solvents from soxhlet extraction with THF are shown. Lignites swollen with TBAH, THF, NMP, DMSO, DMF, EDA, pyridine, toluene, and benzene were used in these experiments.

As can be seen from the extract yields in Table 4, the extract yields of lignites pre-blown with NMP, TBAH, THF, DMF, DMSO, and pyridine solvents are considerably higher than the original lignite yields.

The yields of other solvents were either lower or close to the original lignite yield. The common features of solvents with high yields are that the donor number is greater than 20 and the DS-AS difference is greater than 15. These solvents probably change the pore structures with the pre-expansion process, and the extraction solvent enters the macromolecular structure of the lignite more easily, increasing the extraction efficiency by allowing the compounds soluble in the lignite to be taken out of the pores more easily.

Table 2. Properties of solvents used in swelling tests (Çalışkan, 1992)

Solvent	DS	AS	DS-AS	$\delta(\text{cal cm}^{-3})^{1/2}$	Cross-sectional area (nm ²)
Methanol	19.0	41.3	-22.3	12.9	0.16
Toluene	0	-	-	8.9	0.31
Benzene	0.1	8.2	-8.1	9.2	0.27
dichloromethane	0	20.4	-20.4	9.9	0.22
Tetrahydrofuran (THF)	20.0	8.0	12.0	9.1	0.26
Pyridine	33.1	14.2	18.9	10.4	0.25
dioxane	14.8	10.8	4	9.8	0.268
Ethylene diamine (EDA)	55.0	20.9	34.1	11.5	0.228
Dimethylformamide (DMF)	26.6	16.0	10.6	11.5	0.24
Dimethylsulfoxide (DMSO)	29.8	19.3	10.5	12.8	0.237
N-methyl-2 pyrrolidine (NMP)	27.3	13.3	14.0	-	-
Tetrabutylammoniumhydroxide	49.0	18.0	29	12.27	-

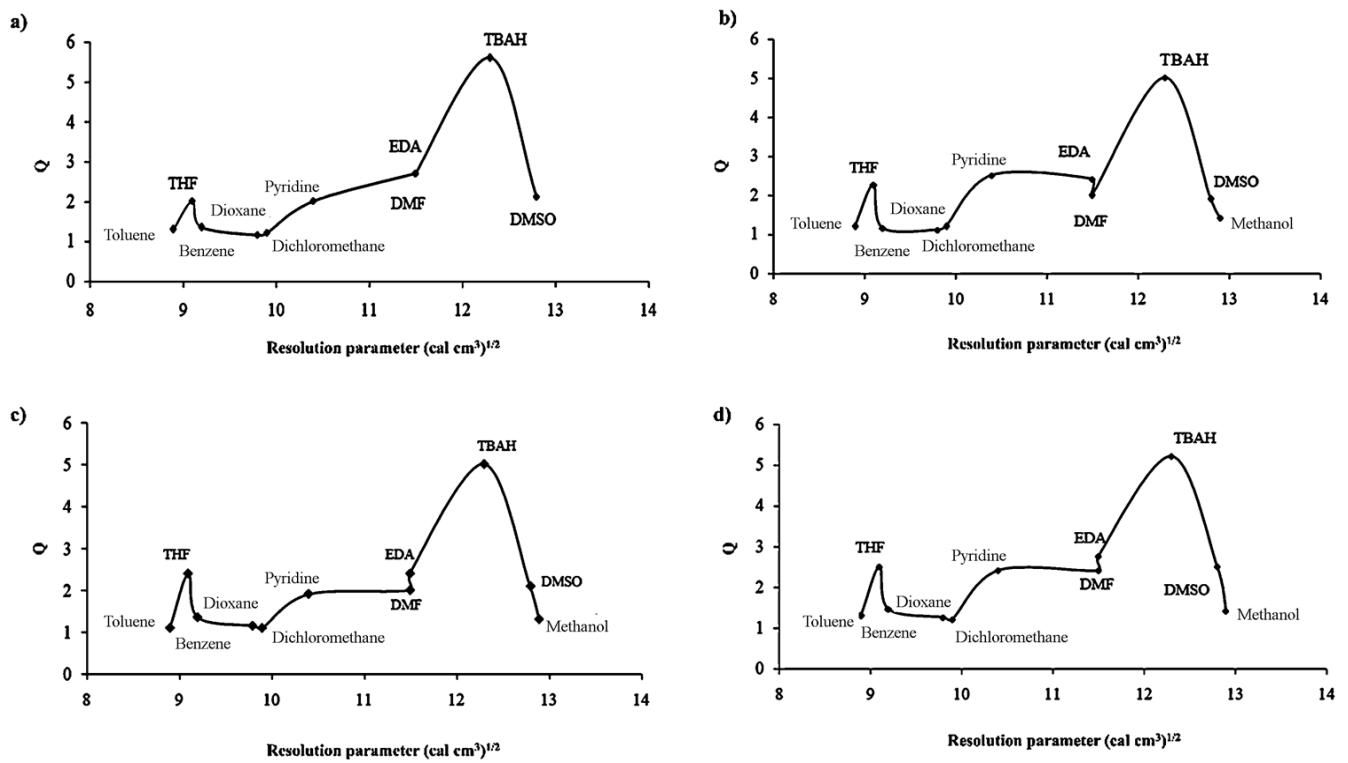


Figure 1. a) variation of swelling ratio with a solubility parameter of Edirne Uzunköprü lignite, b) variation of swelling ratio with a solubility parameter of Edirne Keşan lignite, c) variation of swelling ratio with a solubility parameter of Çanakkale Yeniçırpılar lignite, d) variation of swelling ratio with a solubility parameter of Bursa Mustafa Kemal Paşa Lignite

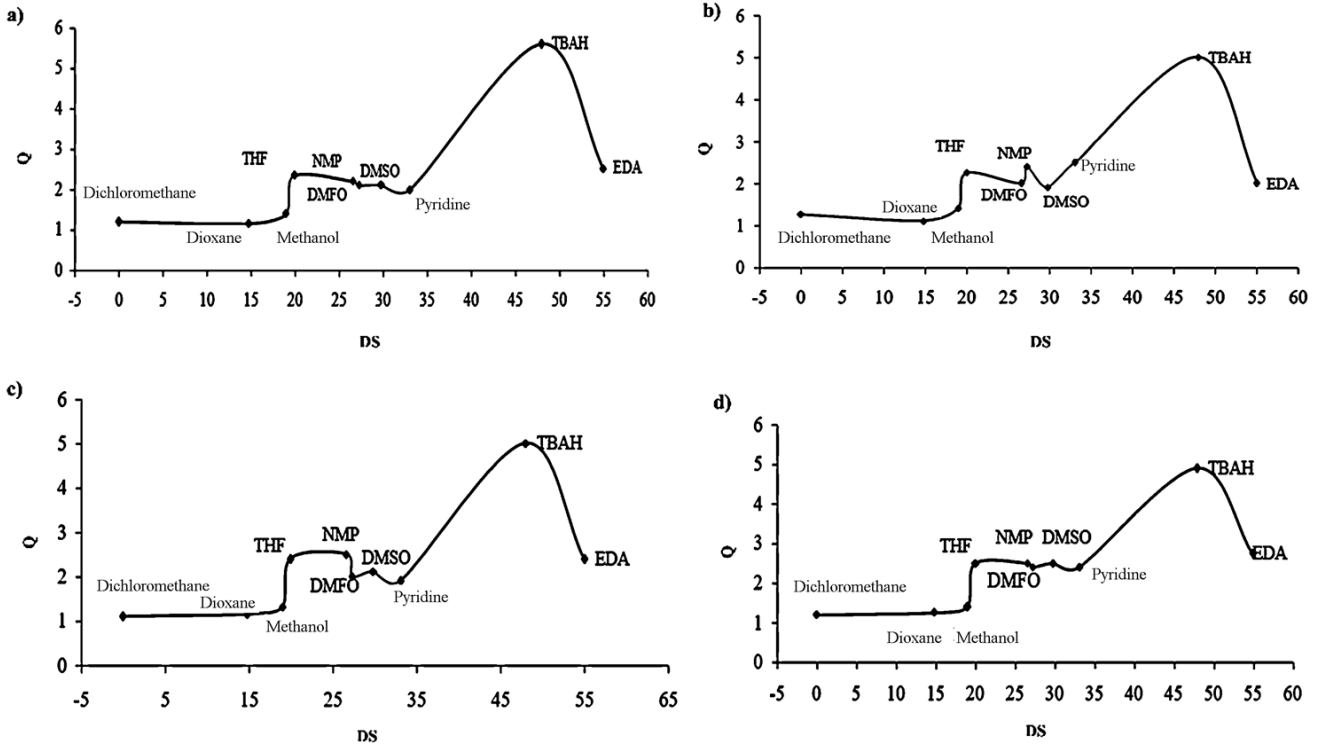


Figure 2. a) variation of swelling ratio with a number of donors of Edirne Uzunköprü lignite, b) variation of swelling ratio with the number of donors of Edirne Keşan lignite, c) variation of swelling ratio with DS of Çanakkale Yeniçırpılar lignite, d) variation of swelling ratio with the number of donors of Bursa Mustafa Kemal Paşa Lignite

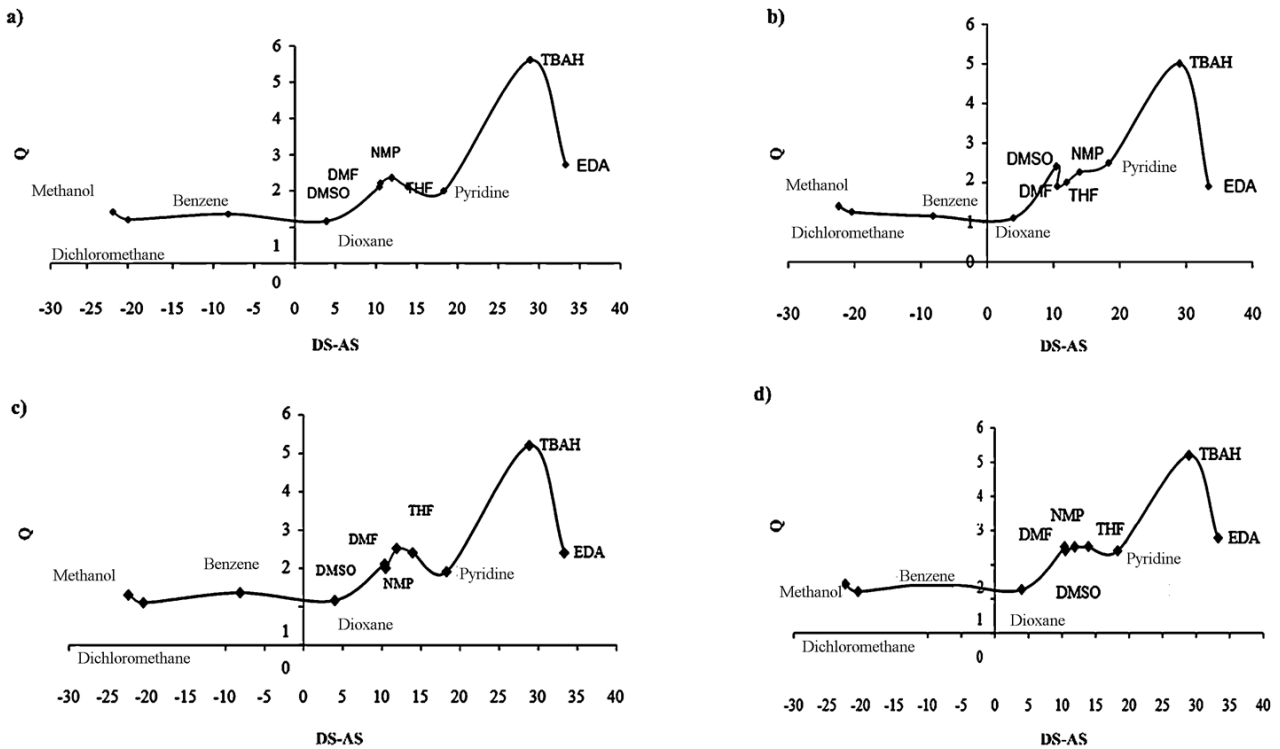


Figure 3. a) variation of swelling ratio with DS-AS values of Edirne Uzunköprü lignite, b) variation of swelling ratio with DS-AS values of Edirne Keşan lignite, c) variation of swelling ratio with DS-AS of Çanakkale Yeniçırpılar lignite, d) variation of swelling ratio with DS-AS values of Bursa Mustafa Kemal Paşa Lignite.

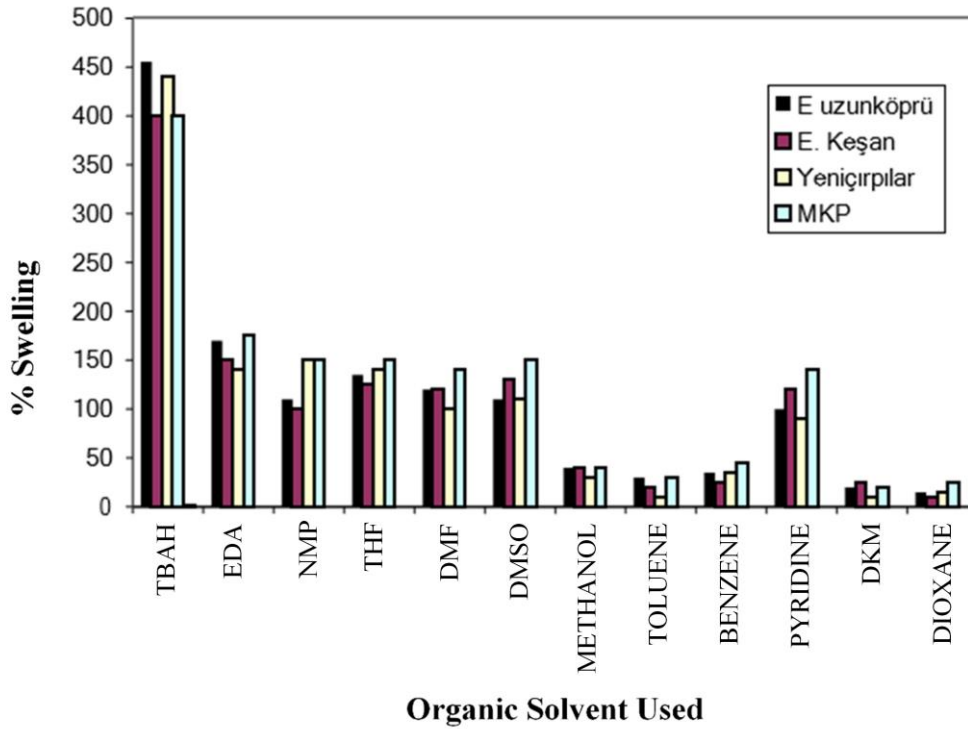


Figure 4. Dependence of the percentage of swelling of lignites on the kind of solvent.

Table 3. Extract yields obtained from the original and solvent-blown lignite samples used in Soxhlet extraction

Lignite Sample	% Extract yields			
	Edirne Uzunköprü	Edirne Keşan	Çanakkale Yeniçirpılar	Bursa MKP
Original lignite	7.5	9.0	8.0	8.5
Lignite has blown with TBAH	13.0	12.0	14.0	16.0
EDA blown lignite	11.0	16.0	18.5	13.0
Lignite has blown with NMP	15.5	17.5	16.5	14.5
Lignite has blown with THF	18.6	18.0	14.5	15.8
DMF blown lignite	16.5	18.5	17.5	16.5
Lignite has blown with DMSO	17.0	16.5	18.5	15.0
Lignite has blown with methanol	7.0	8.0	6.5	7.5
Lignite has blown with toluene	8.5	7.5	7.0	6.5
Lignite has blown with benzene	6.5	8.0	7.0	7.0
Lignite has blown with pyridine	15.0	16.0	14.0	16.5

These results are also consistent with the statement of Szeliga and Marzec (1983) that "solvents with 15-30 donor numbers are the most suitable solvents for extraction" (Szeliga et al., 1983).

3.4. Soxhlet Extraction

The lignite samples used in this study were extracted with toluene under supercritical conditions in an autoclave, at 450 °C and 80 atm pressure. Extractions using toluene as solvent were carried out with original lignites, DMSO, EDA, DMF, NMP, THF, TBAH, and preblown lignites with pyridine, methanol, and benzene. In this way, it is aimed to determine whether the swelling process affects the extraction under supercritical conditions. In Table 4, the extract yields obtained by extraction with toluene under supercritical

conditions from samples of lignite samples swollen with different solvents are shown. Figure 5a-5d shows the variation of the extract yields found by supercritical extraction experiments with the number of donors of various swelling solvents.

The fact that the extract yield of lignite pre-inflated with TBAH, DMSO, EDA, and DMF is greater than the extract yield of the original lignite sample under the same conditions can be explained by the following situations: i) these solvents transform the lignite into a more porous structure during the blowing process. ii) After the removal of the pre-swelling solvent by evaporation, toluene molecules in supercritical conditions enter the pores more easily, increasing the extract yield. This increase in extract yield is in agreement with

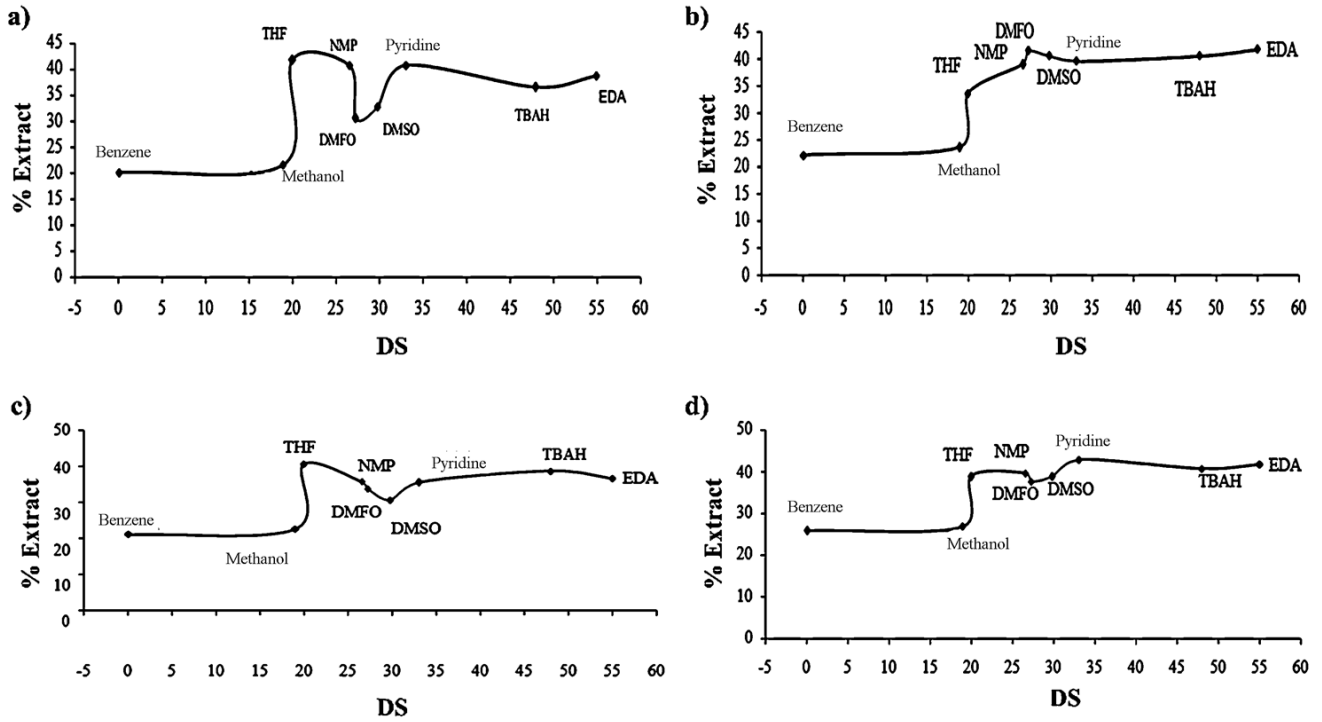


Figure 5. a) The relationship between the supercritical gas extraction efficiency of Edirne Uzunköprü lignite and DS, b) The relationship between the supercritical gas extraction efficiency of Edirne Keşan lignite and DS, c) The relationship between the supercritical gas extraction efficiency of Çanakkale Yeniçirpılar lignite and the DS, d) Bursa MKP The relationship between the supercritical gas extraction efficiency of lignite and DS.

Table 4. Yields of supercritical extraction of lignite samples with toluene

Lignite Sample	% Extract yields			
	Edirne Uzunköprü	Edirne Keşan	Çanakkale Yeniçirpılar	Bursa MKP
Original lignite	19.0	23.2	20.5	25.7
Lignite has blown with TBAH	36.5	40.5	38.6	43.8
EDA blown lignite	38.6	41.7	36.5	40.5
Lignite has blown with NMP	40.6	38.9	35.6	44.4
Lignite has blown with THF	41.7	33.5	40.5	38.7
DMF blown lignite	30.5	41.4	33.6	39.0
Lignite has blown with DMSO	32.6	40.5	30.5	38.7
Lignite has blown with methanol	21.5	23.5	22.5	26.7
Lignite has blown with toluene	24.5	25.0	23.5	28.6
Lignite has blown with benzene	20.0	22.0	21.0	25.8
Lignite has blown with pyridine	40.6	39.5	33.5	42.7

Table 5. Coal Properties of Various Ranks (Tsai S.C., Fundamentals of Coal Beneficiation and Utilization, Elsevier, New York 1982)

Rank (Degree of Carbonization)	VOLATILE CONTENT % Mass (Wet – Ashless)	CARBON CONTENT % Mass (Wet – Ashless)	THERMAL VALUE kcal/kg (without ash)	MOISTURE CONTENT % Mass
1. LIGNITE	69 – 44	76 – 62	4.611 – 3.500	52 – 30
2. SUB BITUMINOUS	52 – 40	80 – 71	6.390 – 4.611	30 – 12
3. BITUMINOUS				
a) High Volatile - B	50 – 29	86 – 76	7.222 – 5.833	15 – 2
b) High Volatile - C	-	-	-	-
c) High Volatile - A	49 – 31	88 – 78	7.778	5 – 1
d) Medium Volatile	31 – 22	91 – 86	7.778	5 – 1
e) Düşük Uçuculu	22 – 14	91 – 86	7.778	5 – 1
4. ANTHRACITE	14 – 2	-	7.778	5 – 1

similar studies in the literature, and the change in structure is explained as follows: It is known that some of the molecules in coals blown with active solvents such as TBAH, DMSO, EDA, and DMF separate from each other and make a new arrangement with lower free enthalpy (Nishioka, 1990; Larsen et al., 1990). Solvents used in blowing break weak bonds and provide macropore formation in coal. Macropores facilitate the penetration of liquid molecules used in extraction into the pore, and the reactivity of coal increases with the contribution of active centers formed by breaking some bonds (Suuberg et al., 1993). This change in the structure of the coal remains after the solvent is removed, that is, the structure of the coal after the swelling process is different from the structure of the original coal. Therefore, depending on the solvent used, lignite samples, whose pore structure and the number of active centers change with pre-expansion, are extracted with toluene. In this case, as a result of macropore formation, the factors that prevent the diffusion of toluene into the pore are reduced and more material can be taken out of the lignite structure by solvent-lignite interaction in possible new active centers. The results obtained in the literature studies are given for comparison purposes (Table 5).

4. CONCLUSION

The chemical compositions of the lignites used and the amounts of ash and volatile matter they contain are close to each other. When the thermal effect and degradation temperatures of lignites were compared, Edirne Uzunköprü lignite was affected the least by the temperature change, and Bursa MKP lignite was the most affected. It has been observed that the fastest degradation temperature in lignites is between 420-440 °C. It is the lowest in supercritical gas extraction of Uzunköprü lignite, where thermal degradation is the least active. Mustafa Kemal Paşa lignite has the highest extract yield. Accordingly, the temperature has a similar effect during both pyrolysis and extraction. With the increase in temperature, the separation of small molar mass fractions from the main structure as a result of disintegration directly affects the extract yields. When the used lignite samples are swollen with different solvents, some properties of the solvent, such as the solubility parameter and the number of donors, are important in terms of interaction with lignite and penetration into the pores of the lignite. The swelling obtained with solvents with less than 20 donors is smaller. It has been determined that solvents with a large and positive DS-AS difference cause greater swelling because they interact more easily with lignite. Apart from the solvent used here, it affects the applied pressure. With the increase in pressure, the entry of the solvent into the pores becomes easier, the residence time of the solvent in the pore increases, and the increased solvent-solute interaction increases the extract yield. The extract yields obtained from the extraction of pre-expanded lignites with toluene under supercritical conditions are greater than the extract yields of the original lignites under the same conditions. When the lignite is swelled with a suitable solvent, the extract yield increases because the solvent can enter the swollen pores and the solvent-solute mixture can easily back-diffuse from the same pores.

5. REFERENCES

- Asaro M., and Smith R.M. (2013) in *Fossil Energy*. Springer, 389-442.
- Caliskan S. (1992). *Effect of Swelling of Lignites on their Solubility*. Master Thesis, A.U.F.F. Department of Chemical Engineering.
- Dingbang C., Cang C., Qing C., Lili S., Caiyun C. (2021). Does new energy consumption conducive to controlling fossil energy consumption and carbon emissions?-Evidence from China. *Resources Policy*, 74, 102427.
- Eaves D. (2004). *Handbook of polymer foams*. iSmithers Rapra Publishing.
- Franck H.G. and Stadelhofer J.W. (2012). *Industrial aromatic chemistry: raw materials· processes· products*. Springer Science & Business Media
- Gutmann V., Wychera E.J.I. (1966). Coordination reactions in non aqueous solutions-The role of the donor strength. *Inorganic and Nuclear Chemistry Letters*, 2(9), 257-260.
- Gür T.M. (2018). Review of electrical energy storage technologies, materials and systems: challenges and prospects for large-scale grid storage. *Energy & Environmental Science*, 11 (10), 2696-2767.
- Larsen J.W., and Mohammadi M. (1990). Structural changes in coals due to pyridine extraction. *Energy Fuels*, 4, 107
- Lee D.H. (2012). Toward the clean production of hydrogen: Competition among renewable energy sources and nuclear power. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37 (20), 15726-15735.
- Marzec A., Juzwa M., Betlej K. and Sobkowiak M. (1979). Bituminous coal extraction in terms of electron-donor and-acceptor interactions in the solvent/coal system. *Fuel Processing Technology*, 2(1), 35-44.
- Mayer U., Gutmann V. and Gerger W. (1975). The acceptor number — A quantitative empirical parameter for the electrophilic properties of solvents. *Monatshefte für Chemie / Chemical Monthly*, 106(6), 1235-1257.

- Nishioka M., and Larsen, J.W. (1990). Association of aromatic structures in coals. *Energy & Fuels*, 4, 100.
- Peppas N.A., and Lucht L.M. (1984). Macromolecular structure of coals. I. The organic phase of bituminous coals as a macromolecular network. *Chemical engineering communications*, 30(3-5), 291-310.
- Song C., and Schobert H.H. (1993). Opportunities for developing specialty chemicals and advanced materials from coals. *Fuel Processing Technology*, 34 (2), 157-196.
- Suuberg E. M., Otake Y., Yun Y., Deevi S.C. (1993). Role of moisture in coal structure and the effects of drying upon the accessibility of coal structure. *Energy & fuels*, 7(3), 384-392.
- Szeliga J., and Marzec A. (1983). Swelling of coal in relation to solvent electron-donor numbers. *Fuel*, 62 (10), 1229-1231.
- Şimşek E. (1990). Effect of Pre-inflating Lignites on their Extraction. Master Thesis, A.Ü.F.F. Department of Chemical Engineering.
- Wiser R., Bollinger M., Barbose G., Belyeu K., Hand M., Heimiller D., Lew D., Milligan M., Mills A., and Moreno A. (2008). Annual report on US wind power installation, cost, and performance trends: 2006.
- Xie K., Li W. and Zhao W. (2010). Coal chemical industry and its sustainable development in China. *Energy*, 35(11), 4349-4355.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

İntegrallenebilir Yörüngeleri ve Kontrol Kaynakları Kısıtlı olan Kontrol Sistemin Yörüngeler Kümesinin Özellikleri Üzerine

Anar HÜSEYİN^{1*}

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü, Sivas, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 03. 02. 2023, Kabul / Accepted: 25. 06. 2023, Online Yayın / Published Online: 12. 10. 2023)

Anahtar Kelimeler:

Hausdorff uzaklığı,
integral kısıt,
kontrol sistem,
Urysohn integral denklemi,
yörüngeler kümesi.

Özet: Bu çalışmada, davranışı Urysohn tür integral denklem ile verilen ve kontrol fonksiyonları üzerinde integral kısıt olan kontrol sistem incelenmektedir. Mümkün kontrol fonksiyonlar $L_p(E; R^m)$ ($p > 1$) uzayının merkezi orijinde olan r yarıçaplı kapalı yuvarından seçilmektedir. Sistemin yörüngesi verilen denklemi hemen her yerde sağlayan çok değişkenli integrallenebilir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Yörüngeler kümesinin çapı için bir üst sınır elde edilmiş, yörüngeler kümesinin r 'ye göre Lipschitz sürekli olduğu kanıtlanmıştır.

On the Properties of the Set of Trajectories of the Control System with Integrable Trajectories and Limited Control Resources

Keywords:

Hausdorff distance,
integral constraint,
control system,
Urysohn integral equation,
set of trajectories.

Abstract: In this paper the control system given by Urysohn type integral equation with integral constraint on the control functions is studied. The admissible control functions are chosen from the closed ball of the space $L_p(E; R^m)$ ($p > 1$) centered at the origin with radius r . The trajectory of the system is defined as a multivariable integrable function which satisfies the system's equation almost everywhere. An upper evaluation for diameter of the set of trajectories is obtained and it is proved that the set of trajectories is Lipschitz continuous with respect to r .

*İlgiliyazar: ahuseyin@cumhuriyet.edu.tr

DOI: [10.58688/kujs.1289473](https://doi.org/10.58688/kujs.1289473)

1. GİRİŞ

Kontrol sistemler fiziğin, mekaniğin, uzay navigasyonunun, ekonominin, sosyolojinin farklı alanlarında ortaya çıkmaktadır ve kontrol etkinin karakterine göre kontrol fonksiyonları geometrik kısıtlı kontrol sistemler, kontrol fonksiyonları integral kısıtlı kontrol sistemler ve kontrol fonksiyonları karma kısıtlı kontrol sistemler olarak sınıflandırılmaktadırlar. Kontrol fonksiyonları geometrik kısıtlı kontrol sistemler, kontrol sistemler teorisinin geniş biçimde incelenmiş dallarından birdir (Deimling, 1992; Kalman, 1963; Krasovskii & Subbotin, 1988; Pontryagin ve ark., 1962). Kontrol fonksiyonları üzerinde integral kısıtlamalar, genelde kullanırken tükenen kontrol etkilerde, örneğin enerji, yakıt, finans gibi kontrol etkilerde ortaya çıkmaktadır (Conti, 1974; Guseinov & Nazlipinar, 2007; Gusev & Zykov, 2017; Ibragimov ve ark., 2021; Krasovskii,

1968; Kostousova, 2020; Subbotin & Ushakov, 1975; Subbotin & Subbotina, 1975; Ukhobotov & Izmayev, 2018). Kontrol fonksiyonu integral kısıtlı iken, bu fonksiyon geometrik kısıtlı olmayabilir. Bu durumdan dolayı, kontrol fonksiyonları integral kısıtlı olan kontrol sistemlerin araştırılması ek zorluklar çıkarmakta ve bu araştırmalarda spesifik yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

İntegral denklemler, teori ve uygulamalarda karşılaşılan süreçlerin davranışlarının matematiksel modellerinin oluşturulmasında kullanılan uygun araçlardan biridir (Brauer, 1975; Krasnoselskii & Krein, 1955; Polyanin & Manzhirov, 1998; Urysohn, 1923). Verilen sürecin matematiksel modelinin integral denklem ile tasvir edilmesi, diferansiyel denklemlerle verilen modellere göre daha fazla avantaj sağlamaktadır. Örneğin, diferansiyel denklem ile verilen modellerde sistemin yörüngesinin diferansiyellenebilir fonksiyon olması gerekirken, integral denklemlerle verilen modellerde yörüngeler sadece sürekli veya integrallenebilir

fonksiyonlar olabilir. Bu çalışmada davranışı Urysohn integral denklemi ile tasvir edilen kontrol sistem ele alınmıştır. Kontrol fonksiyonlar $L_p(E; R^m)$ ($p > 1$) uzayının merkezi orijinde r yarıçaplı kapalı yuvarından seçilmektedir. Mümkün kontrol fonksiyonun ürettiği yörünge, sistemin denklemini hemen hemen her yerde sağlayan çok değişkenli ve integrallenebilir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Davranışı farklı tür integral denklemlerle verilen ve kontrol fonksiyonları üzerinde integral kısıtlama olan kontrol sistemlerin yörüngeler kümesinin çeşitli topolojik özellikleri ve yaklaşık inşası N. Huseyin (2015), N. Huseyin ve ark. (2018), N. Huseyin ve ark. (2020), A. Huseyin (2022) çalışmalarında incelenmektedir.

Makalenin yapısı aşağıdaki biçimdedir: 2. Bölümde daha sonraki araştırmalarda kullanılacak olan temel koşullar ve önermeler verilmiştir. 3. Bölümde sistemin yörüngeler kümesinin çapı için bir üst sınır elde edilmiştir (Teorem 3.1). 4. Bölümde yörüngeler kümesinin r 'ye göre Lipschitz sürekli olduğu kanıtlanmıştır (Teorem 4.1).

2. SİSTEMİN TASVİRİ

Davranışı

$$y(\omega) = g(\omega, y(\omega)) + \int_E F(\omega, s, y(s), w(s)) ds \quad (1)$$

Urysohn tür integral denklem ile verilen kontrol sistem ele alınmaktadır. Burada $\omega \in E$, $y(\omega) \in R^n$ faz vektörü, $w(s) \in R^m$ kontrol vektördür, $E \subset R^k$ kompakt kümedir.

Verilen $p > 1$ ve $r \geq 0$ için

$$W_{p,r} = \{w(\cdot) \in L_p(E; R^m) : \|w(\cdot)\|_p \leq r\}$$

olarak tanımlı $W_{p,r}$ kümesine mümkün kontrol fonksiyonları kümesi, her $w(\cdot) \in W_{p,r}$ fonksiyonuna ise mümkün kontrol fonksiyonu denir. Burada $L_p(E; R^m)$ Lebesgue ölçülebilir ve $\|w(\cdot)\|_p < \infty$ olacak biçimdeki $w(\cdot) : E \rightarrow R^m$ fonksiyonlar uzayı, $\|w(\cdot)\|_p = \left(\int_E \|w(s)\|^p ds\right)^{\frac{1}{p}}$, $\|\cdot\|$ Euclid normu göstermektedir.

Açıktır ki, $W_{p,r}$ mümkün kontrol fonksiyonlar kümesi $L_p(E; R^m)$ uzayının merkezi orijinde r yarıçaplı kapalı yuvarıdır.

(1) denkleminde verilen fonksiyonların aşağıdaki koşulları sağladığı varsayılmaktadır:

2.A. Her sabitlenmiş $y \in R^n$ için $g(\cdot, y) : E \rightarrow R^n$ fonksiyonu Lebesgue ölçülebilir fonksiyon, $g(\cdot, 0) \in L_p(E; R^n)$, her $y_1 \in R^n$ ve $y_2 \in R^n$ için ve hemen hemen (h.h.) her $\omega \in E$ için

$$\|g(\omega, y_1) - g(\omega, y_2)\| \leq k_0(\omega) \|y_1 - y_2\|$$

olacak biçimde $k_0(\cdot) \in L_\infty(E; R^1)$ fonksiyonu vardır. Burada $L_\infty(E; R^1)$ Lebesgue ölçülebilir ve $\|w(\cdot)\|_\infty < +\infty$ olacak biçimdeki $w(\cdot) : E \rightarrow R^1$ fonksiyonlar uzayı, $\|w(\cdot)\|_\infty = \inf\{c > 0 : \text{h. h. } s \in E \text{ için } \|w(s)\| \leq c\}$ olarak tanımlıdır;

2.B. Her $(y, w) \in R^n \times R^m$ için $F(\cdot, \cdot, y, w) : E \times E \rightarrow R^n$ Lebesgue ölçülebilir fonksiyon, $F(\cdot, \cdot, 0, 0) \in L_p(E \times E; R^n)$,

$$\int_E \left(\int_E k_i(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega < +\infty, \quad i = 1, 2$$

olmak üzere keyfi $(\omega, s, y_1, w_1) \in E \times E \times R^n \times R^m$, $(\omega, s, y_2, w_2) \in E \times E \times R^n \times R^m$ ve h.h. $(\omega, s) \in E \times E$ için

$$\begin{aligned} \|F(\omega, s, y_1, w_1) - F(\omega, s, y_2, w_2)\| \\ \leq k_1(\omega, s) \|y_1 - y_2\| + k_2(\omega, s) \|w_1 - w_2\| \end{aligned}$$

olacak biçimde $k_i(\cdot, \cdot) : E \times E \rightarrow [0, +\infty)$, ($i = 1, 2$), fonksiyonları vardır. Burada $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$;

2.C.

$$\alpha_0 = \|k_0(\cdot)\|_\infty, \quad (2)$$

$$\alpha_i = \left(\int_E \left(\int_E k_i(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega \right)^{\frac{1}{p}}, \quad i = 1, 2 \quad (3)$$

olmak üzere $5^{p-1} [\alpha_0^p + \alpha_1^p] < 1$ eşitsizliği sağlanmaktadır. Şimdi (1) sisteminin $w(\cdot) \in W_{p,r}$ mümkün kontrol fonksiyonu tarafından üretilen yörüngesini tanımlayalım.

H.h. her $\omega \in E$ için (1) denklemini sağlayan $y(\cdot) \in L_p(E; R^n)$ fonksiyonuna, (1) sisteminin $w(\cdot) \in W_{p,r}$ mümkün kontrol fonksiyonu tarafından üretilmiş yörüngesi denir. (1) sisteminin tüm $w(\cdot) \in W_{p,r}$ mümkün kontrol

fonksiyonları tarafından üretilen yörüngeler kümesi $Y_{p,r}$ olarak gösterilir ve bu kümeye (1) sisteminin yörüngeler kümesi denir.

Aşağıdaki önermeler 2.A-2.C koşulları kullanılarak kanıtlanır ve bu önermelerin kanıtları A. Huseyin (2022) 'de bulunmaktadır.

Önerme 2.1. (A. Huseyin, 2022). Her $w(\cdot) \in W_{p,r}$ mümkün kontrol fonksiyonu (1) sisteminin tek $y(\cdot) \in L_p(E; R^n)$ yörüngesini üretir.

$$c_1 = \|f(\cdot, 0)\|_p = \left(\int_E \|f(\omega, 0)\|^p d\omega \right)^{\frac{1}{p}},$$

$$c_2 = \|F(\cdot, \cdot, 0, 0)\|_p = \left(\int_E \int_E \|F(\omega, s, 0, 0)\|^p ds d\omega \right)^{\frac{1}{p}}$$

olmak üzere

$$\beta_* = \left(\frac{5^{p-1} [c_1^p + r^p \alpha_2^p + c_2^p \mu(E)^{p-1}]}{1 - 5^{p-1} [\alpha_0^p + \alpha_1^p]} \right)^{\frac{1}{p}}$$

olsun. Burada $\mu(E)$ gösterimi E kümesinin Lebesgue ölçümünü ifade etmektedir. Bu durumda yörüngeler kümesinin sınırlılığını gösteren aşağıdaki önerme doğrudur.

Önerme 2.2. (A. Huseyin, 2022). Her $y(\cdot) \in Y_{p,r}$ için

$$\|y(\cdot)\|_p \leq \beta_*$$

eşitsizliği doğrudur.

$(Z, d_Z(\cdot, \cdot))$ metrik uzay olsun. Bu durumda $Q \subset Z$ ve $P \subset Z$ kümeleri arasında Hausdorff uzaklığı $h_Z(Q, P)$ olarak gösterilir ve

$$h_Z(Q, P) = \max \{ \sup_{x \in Q} d_Z(x, P), \sup_{y \in P} d_Z(y, Q) \}$$

olarak tanımlanır. Burada $d_Z(x, P) = \inf \{ d_Z(x, y) : y \in P \}$.

Ayrıca $Q \subset Z$ kümesinin çapı $diam(Q)$ olarak gösterilir ve

$$diam(Q) = \sup \{ d_Z(x, y) : x \in Q, y \in Q \}$$

olarak tanımlanır.

$b(Z)$ ile $(Z, d_Z(\cdot, \cdot))$ metrik uzayının tüm boştan farklı sınırlı alt kümeleri ailesi gösterilmektedir. Bu durumda $(b(Z), h_Z(\cdot, \cdot))$ pseudometrik uzay olur. Burada $h_Z(\cdot, \cdot)$, $(Z, d_Z(\cdot, \cdot))$ metrik uzayının alt kümeleri arasındaki Hausdorff uzaklığı göstermektedir (Hu & Papageorgiou, 1997; Kelly, 1975).

$(X, d_X(\cdot, \cdot))$ ve $(Z, d_Z(\cdot, \cdot))$ metrik uzaylar, $\Phi(\cdot) : X \rightarrow b(Z)$ küme değerli dönüşüm olsun. Eğer keyfi $x_1 \in X$ ve $x_2 \in X$ için

$$h_Z(\Phi(x_1), \Phi(x_2)) \leq M_0 \cdot d_X(x_1, x_2)$$

olacak biçimde $M_0 > 0$ varsa, o halde $\Phi(\cdot)$ küme değerli dönüşümü M_0 sabiti ile Lipschitz süreklidir denir.

$G \subset L_p(E; R^n)$ ve $D \subset L_p(E; R^n)$ arasındaki Hausdorff uzaklığı ise $h_p(G, D)$ olarak gösterilir.

3. YÖRÜNGELER KÜMESİNİN ÇAPI

α_0 , α_1 ve α_2 sırasıyla (2) ve (3) ile tanımlanmak üzere

$$\gamma_*(p, r) = \frac{2 \cdot 3^{\frac{p-1}{p}} \alpha_2 r}{[1 - 3^{p-1} (\alpha_0^p + \alpha_1^p)]^{\frac{1}{p}}} \quad (4)$$

olsun.

Aşağıdaki teorem, (1) sisteminin $Y_{p,r}$ yörüngeler kümesinin çapı için bir üst değerlendirme vermektedir.

Teorem 3.1.

$$diam(Y_{p,r}) \leq \gamma_*(p, r)$$

eşitsizliği doğrudur. Burada $\gamma_*(p, r)$ sayısı (4) eşitliği ile tanımlıdır.

Kanıt. $y_1(\cdot) \in Y_{p,r}$ ve $y_2(\cdot) \in Y_{p,r}$ (1) sisteminin uygun olarak $w_1(\cdot) \in W_{p,r}$ ve $w_2(\cdot) \in W_{p,r}$ kontrol fonksiyonları tarafından üretilen yörüngeleri olsun. O zaman 2.A, 2.B koşulları, $w_1(\cdot) \in W_{p,r}$, $w_2(\cdot) \in W_{p,r}$ içermeleri, Hölder eşitsizliği ve (2) gereği, h.h. $\omega \in E$ için

$$\begin{aligned} \|y_1(\omega) - y_2(\omega)\| &\leq \|f(\omega, y_1(\omega)) - f(\omega, y_2(\omega))\| \\ &+ \int_E \|F(\omega, s, y_1(s), w_1(s)) - F(\omega, s, y_2(s), w_2(s))\| ds \\ &\leq k_0(\omega) \|y_1(\omega) - y_2(\omega)\| + \int_E k_1(\omega, s) \|y_1(s) - y_2(s)\| ds \\ &+ \int_E k_2(\omega, s) \|w_1(s) - w_2(s)\| ds \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\leq \alpha_0 \|y_1(\omega) - y_2(\omega)\| + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \\
&\quad \cdot \left(\int_E \|y_1(s) - y_2(s)\|^p ds \right)^{\frac{1}{p}} \\
&\quad + \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \cdot \left(\int_E \|w_1(s) - w_2(s)\|^p ds \right)^{\frac{1}{p}} \\
&\leq \alpha_0 \|y_1(\omega) - y_2(\omega)\| + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \\
&\quad \cdot \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p + 2r \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}}
\end{aligned}$$

olduğu elde edilir. Son eşitsizlikten h.h. $\omega \in E$ için

$$\begin{aligned}
&\|y_1(\omega) - y_2(\omega)\|^p \\
&\leq 3^{p-1} \left\{ \alpha_0^p \|y_1(\omega) - y_2(\omega)\|^p + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} \right. \\
&\quad \left. \cdot \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p + 2^p r^p \cdot \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} \right\}
\end{aligned}$$

olur. Son eşitsizliğin E kümesi üzerinde integralini alırsak, (3) gereği

$$\begin{aligned}
&\|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p \leq 3^{p-1} \left\{ \alpha_0^p \cdot \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p \right. \\
&\quad \left. + \int_E \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega \cdot \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p \right. \\
&\quad \left. + 2^p r^p \cdot \int_E \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega \right\} \\
&= 3^{p-1} \left\{ \alpha_0^p \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p + \alpha_1^p \|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p^p \right. \\
&\quad \left. + 2^p r^p \alpha_2^p \right\}
\end{aligned}$$

olarak bulunur. Buradan, 2.C koşulundan ve (4) 'ten ise

$$\|y_1(\cdot) - y_2(\cdot)\|_p \leq \frac{2 \cdot 3^{\frac{p-1}{p}} \alpha_2 r}{[1 - 3^{p-1}(\alpha_0^p + \alpha_1^p)]^{\frac{1}{p}}} = \gamma_*(p, r)$$

olduğu bulunur. $y_1(\cdot) \in Y_{p,r}$ ve $y_2(\cdot) \in Y_{p,r}$ (1) sisteminin keyfi seçilmiş yörüngeleri olduğundan, teoremin kanıtı son eşitsizlikten elde edilir.

4. YÖRÜNGELER KÜMESİNİN r 'YE GÖRE LIPSCHITZ SÜREKLİLİĞİ

$$B_p(1) = \{y(\cdot) \in L_p(E; R^n) : \|y(\cdot)\|_p \leq 1\}, \quad (5)$$

$$L_* = \frac{3^{\frac{p-1}{p}} \alpha_2}{[1 - 3^{p-1}(\alpha_0^p + \alpha_1^p)]^{\frac{1}{p}}} \quad (6)$$

olsun. Bu bölümde sabitlenmiş $p > 1$ için $r \rightarrow Y_{p,r}$, $r \in [0, +\infty)$, küme değerli dönüşümünün L_* sabiti ile Lipschitz sürekliliği olduğu kanıtlanacaktır.

Teorem 4.1. Sabitlenmiş $p > 1$ için $r \rightarrow Y_{p,r}$, $r \in [0, +\infty)$, küme değerli dönüşümü L_* sabiti ile Lipschitz süreklidir, yani keyfi $r_1 \in [0, +\infty)$, $r_2 \in [0, +\infty)$ için

$$h_p(Y_{p,r_1}, Y_{p,r_2}) \leq L_* |r_1 - r_2|$$

eşitsizliği doğrudur. Burada L_* sayısı (6) ile tanımlıdır.

Kanıt. Genelliği bozmaksızın $r_1 < r_2$ olduğunu varsayalım. Bu durumda

$$Y_{p,r_1} \subset Y_{p,r_2} \quad (7)$$

olur. Şimdi keyfi $y_*(\cdot) \in Y_{p,r_2}$ yörüngesi alalım ve bu yörüngenin $w_*(\cdot) \in W_{p,r_2}$ mümkün kontrol fonksiyonu tarafından üretildiğini varsayalım.

$$\tilde{w}(s) = \frac{r_1}{r_2} w_*(s), \quad s \in E, \quad (8)$$

olmak üzere yeni $\tilde{w}(\cdot): E \rightarrow R^m$ kontrol fonksiyonu tanımlayalım. $w_*(\cdot) \in W_{p,r_2}$ olduğundan, (8) eşitliğinden $\tilde{w}(\cdot) \in W_{p,r_1}$ olduğu bulunur. (1) sisteminin $\tilde{y}(\cdot): E \rightarrow R^n$ yörüngesinin, $\tilde{w}(\cdot) \in W_{p,r_1}$ kontrol fonksiyonu tarafından üretilen yörünge olduğunu varsayalım. O halde $\tilde{y}(\cdot) \in Y_{p,r_1}$ olur. 2.A, 2.B koşullarından, $w_*(\cdot) \in W_{p,r_2}$ içermesinden, Hölder eşitsizliğinden, (1), (2) ve (8) 'den h.h. $\omega \in E$ için

$$\begin{aligned}
&\|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| \leq k_0(\omega) \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| \\
&\leq \int_E k_1(\omega, s) \|\tilde{y}(s) - y_*(s)\| ds \\
&\quad + \int_E k_2(\omega, s) \|\tilde{w}(s) - w_*(s)\| ds \\
&\leq \alpha_0 \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| + \int_E k_1(\omega, s) \|\tilde{y}(s) - y_*(s)\| ds \\
&\quad + \int_E k_2(\omega, s) \left\| \frac{r_1}{r_2} w_*(s) - w_*(s) \right\| ds \\
&= \alpha_0 \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| + \int_E k_1(\omega, s) \|\tilde{y}(s) - y_*(s)\| ds \\
&\quad + \frac{|r_1 - r_2|}{r_2} \int_E k_2(\omega, s) \|w_*(s)\| ds \\
&\leq \alpha_0 \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot \left(\int_E \|\tilde{y}(s) - y_*(s)\|^p ds \right)^{\frac{1}{p}} \\
 & + \frac{|r_1 - r_2|}{r_2} \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \cdot \left(\int_E \|w_*(s)\|^p ds \right)^{\frac{1}{p}} \\
 \leq & \alpha_0 \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| \\
 & + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \cdot \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p \\
 & + \frac{|r_1 - r_2|}{r_2} \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \cdot r_2 \\
 = & \alpha_0 \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\| \\
 & + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}} \cdot \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p \\
 & + |r_1 - r_2| \cdot \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{1}{q}}
 \end{aligned}$$

olduğu elde edilir. Buradan, h.h. $\omega \in E$ için

$$\begin{aligned}
 & \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\|^p \\
 \leq & 3^{p-1} \cdot \left\{ \alpha_0^p \|\tilde{y}(\omega) - y_*(\omega)\|^p + \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} \right. \\
 & \cdot \left. \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p + |r_1 - r_2|^p \cdot \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} \right\}
 \end{aligned}$$

olur. Son eşitsizliğin E kümesi üzerinde integralini alırsak, (2) ve (3) 'ten

$$\begin{aligned}
 \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p & \leq 3^{p-1} \cdot \left\{ \alpha_0^p \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p \right. \\
 & + \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p \cdot \int_E \left(\int_E k_1(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega \\
 & \left. + |r_1 - r_2|^p \cdot \int_E \left(\int_E k_2(\omega, s)^q ds \right)^{\frac{p}{q}} d\omega \right\} \\
 = & 3^{p-1} \cdot \left\{ \alpha_0^p \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p + \alpha_1^p \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p^p \right. \\
 & \left. + \alpha_2^p |r_1 - r_2|^p \right\}
 \end{aligned}$$

olarak bulunur. Elde ettiğimiz son eşitsizlik, 2.C koşulu ve (6) 'dan

$$\begin{aligned}
 \|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p & \leq \frac{3^{\frac{p-1}{p}} \alpha_2}{[1 - 3^{p-1}(\alpha_0^p + \alpha_1^p)]^{\frac{1}{p}}} \cdot |r_1 - r_2| \\
 & = L_* \cdot |r_1 - r_2| \quad (9)
 \end{aligned}$$

olur.

Böylece, (9) gereği, her $y_*(\cdot) \in Y_{p,r_2}$ için

$$\|\tilde{y}(\cdot) - y_*(\cdot)\|_p \leq L_* \cdot |r_1 - r_2|$$

eşitsizliğini sağlayacak biçimde $\tilde{y}(\cdot) \in Y_{p,r_1}$ vardır. Bu ise

$$Y_{p,r_2} \subset Y_{p,r_1} + L_* |r_1 - r_2| \cdot B_p(1) \quad (10)$$

olması demektir. Burada $B_p(1)$ kümesi (5) ile tanımlıdır. Son olarak, teoremin kanıtı (7) ve (10) kapsamalarından elde edilir.

5. SONUÇ

Yörüngeler kümesinin kontrol kaynağın sınırını belirleyen r parametresine Lipschitz sürekli bağımlılığı, kontrol sürecin matematiksel modelinin oluşumunda r parametresinin bulunmasında oluşabilecek küçük hataların, kontrol sistemin yörüngeler kümesini az etkileyeceğini göstermektedir. Yörüngeler kümesinin çapı için elde edilmiş üst değerlendirme, yörüngelerin sıfır kontrol kaynak kullanarak elde edilmiş yörüngeden maksimal kaymayı öngörmeyi sağlar.

5. KAYNAKLAR

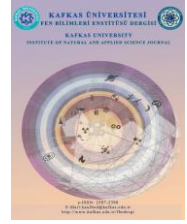
- Brauer, F. (1975). On a nonlinear integral equation for population growth problems. *SIAM J. Math. Anal.*, 6(2), 312-317.
- Conti, R. (1974). *Problemi di controllo e di controllo ottimale*. UTET, Torino.
- Deimling, K. (1992). *Multivalued differential equations*. Walter de Gruyter, Berlin.
- Guseinov, K. G., & Nazlipinar, A. S. (2007). On the continuity property of L_p balls and an application. *J. Math. Anal. Appl.*, 335(2), 1347-1359.
- Gusev, M. I., & Zykov, I. V. (2017). On extremal properties of the boundary points of reachable sets for control systems with integral constraints. *Tr. Inst. Math. Mekh. UrO RAN*, 23(1), 103-115.
- Hu, S., & Papageorgiou, N. S. (1997). *Handbook of multivalued analysis*. Vol. I: Theory. Kluwer, Dordrecht.
- Huseyin, N., Guseinov, K. G., & Ushakov, V. N. (2015). Approximate construction of the set of trajectories of the control system described by a Volterra integral equation. *Math. Nachr.*, 288(16), 1891-1899.
- Huseyin, N., Huseyin, A., & Guseinov, K. G. (2018). Approximation of the set of trajectories of the nonlinear control system with limited control resources. *Math. Model. Anal.*, 23(1), 152-166.

- Huseyin, N. (2020). On the properties of the set of p-integrable trajectories of the control system with limited control resources. *Internat. J. Control*, 93(8), 1810-1816.
- Huseyin, A. (2022). On the p-integrable trajectories of the nonlinear control system described by the Urysohn-type integral equation. *Open Math.*, 20(1), 1101-1111.
- Ibragimov, G., Ferrara, M., Ruziboev, M., & Pansera, B. A. (2021). Linear evasion differential game of one evader and several pursuers with integral constraints. *Int. J. Game Theory*, 50, 729–750.
- Kalman, R. E. (1963). Mathematical description of linear dynamical systems. *J. SIAM Control*, Ser. A, 1, 152-192.
- Kelley, J. L. (1975). *General topology*. Springer, New York.
- Krasovskii, N. N. (1968). *Theory of control of motion: Linear systems*. Nauka, Moscow.
- Krasovskii, N. N., & Subbotin, A. I. (1988). *Game-theoretical control problems*. Springer, New York.
- Krasnoselskii, M. A., & Krein, S. G. (1955). On the principle of averaging in nonlinear mechanics. *Uspekhi Mat. Nauk*. 10(3), 147-153.
- Koustousova, E. K. (2020). On the polyhedral estimation of reachable sets in the "extended" space for multistage systems with uncertain matrices and integral constraints. *Tr. Inst. Mat. Mekh. UrO RAN*, 26(1), 141-155.
- Polyanin, A. D., & Manzhirov, A. V. (1998). *Handbook of integral equations*. CRC Press, Boca Raton.
- Pontryagin, L. S., Boltyanskii, V. G., Gamkrelidze, R. V., & Mishchenko, E. F. (1962). *The mathematical theory of optimal processes*. John Wiley & Sons, New York.
- Subbotin, A. I., & Ushakov, V. N. (1975). Alternative for an encounter-evasion differential game with integral constraints on the players' controls. *J. Appl. Math. Mech.*, 39(3), 367-375.
- Subbotina, N. N., & Subbotin, A. I. (1975). Alternative for the encounter-evasion differential game with constraints on the momenta of the players controls. *J. Appl. Math. Mech.*, 39(3), 376-385.
- Ukhobotov, V. I., & Izmet'ev, I. V. (2018). Impulse differential game with a mixed constraint on the choice of the control of the first player. *Tr. Inst. Math. Mekh. UrO RAN*, 24(1), 209-222.
- Urysohn, P. S. (1923). On a type of nonlinear integral equation. *Mat. Sb.*, 31(2), 236-255.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Bakış Açısından “Örnekler”

Sevilay ALKAN^{1*} Ebru SAKA^{2*}

¹Of Şehit Necmi Çakır Anadolu Lisesi, Trabzon, Türkiye

²Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Kars, Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 01. 09. 2023, Kabul / Accepted: 19. 09. 2023, Online Yayın / Published Online: 11. 10. 2023)

Anahtar Kelimeler:
Örnek, örnek türleri,
ilköğretim matematik
öğretmeni adayları

Özet: Öğretim sürecinde kullanılan örneklerin seçimi birçok faktörün düşünülmesini gerektirdiği için öğretmeni karmaşık ve zor bir mücadele içine sürüklemektedir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik eğitimi aldıkları süreçte örneklerin kullanımı ve türleri hakkında bilgi sahibi olmaları ve buna yönelik bir eğitim almaları onların gelecekte derslerinde kullanacakları örnekleri daha bilinçli seçmelerine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte halen üniversitelerde öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının örnekler ile ilgili düşüncelerinin tespiti ile var olan bilgilerini ortaya çıkarmak, varsa kavram yanlışlarını tespit etmek ve buna yönelik çözüm önerileri geliştirmek önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının örnek kavramı ile ilgili düşüncelerini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcılarını bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programı 2. sınıfında öğrenim görmekte olan 34 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri 2020-2021 akademik yılı bahar döneminde araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının örnek kavramı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Katılımcıların, örneğin kullanım amaçları hakkında bilgilerinin kısmen olduğu fakat örneklerin çeşitleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun örnek ve soru kavramları arasındaki farkı bilmedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

“Examples” from the Perspective of Secondary School Mathematics Teacher Candidates

Keywords:
Example,
example types,
secondary school
mathematics teacher
candidates

Abstract: The selection of examples used in the teaching process drags the teacher into a complex and difficult struggle as it requires consideration of many factors. Teacher candidates' knowledge of the use and types of examples during their teaching education and receiving relevant training will help them to choose the examples more consciously they will use in their future lessons. In addition, it is important to reveal the existing knowledge of secondary school mathematics teacher candidates currently studying at universities by determining their thoughts about examples, to identify misconceptions, if any, and to develop solution suggestions for this. For this reason, this study aimed to determine the thoughts of secondary school mathematics teacher candidates about the concept of example. The case study method, one of the qualitative research designs, was used in the research. The participants of the research consist of 34 teacher candidates studying in the second year of the secondary school mathematics teaching program at a state university. The data of the research was collected with a semi-structured interview form prepared by the researchers in the spring semester of the 2020-2021 academic year. The data were analyzed using the content analysis technique. As a result of the research, it was determined that teacher candidates did not have enough knowledge about the concept of example. It was determined that the participants had partial knowledge about the intended use of the sample but did not have sufficient knowledge about the types of examples. At the same time, it was concluded that most teacher candidates did not know the difference between the concepts of example and question.

1. GİRİŞ

Matematik, zihnin soyut yapılarından oluşan kavramların bir araya gelmesiyle inşa edilen bir disiplindir. Bu soyut yapıların anlaşılabilir ve somut hale dönüştürülmesini sağlayan durumlar da kavramlara ait örneklerdir. Örnekler soyut olan kavramların daha anlaşılır olmasını sağlayan güçlü bir iletişim aracı olmakla birlikte öğrenme ve öğretme ortamlarında, öğretmenler ile öğrenciler arasındaki iletişimdeki uyumun odak noktası olarak ifade edilebilir. Örnekler, tanımların daha anlamlı hale gelmesini, matematiksel ifadelerin sınıflandırılmasını ve birbiriyle olan benzer durumlarının ilişkilendirilmesini sağlar (Watson ve Mason, 2002). Örnekler kavrama ait durumlarla birlikte kavrama ait olmayan durumların da daha net anlaşılmasını sağlayarak olası kavram yanlışlarını engelleyebilir (Alkan, 2016). Konuların veya kavramların öğretimi esnasında kullanılan örneklerin sayısı kadar kullanılma amaçları ve bu amaçlar doğrultusunda kullanılan örnek türleri önem taşımaktadır. Tek bir örnek türünün her zaman kavrama ya da konuya ait bütün anlamları ifade etmesi zor olabilir. Bu durum ise örneklerin çeşitliliğinin önemini ortaya koymaktadır (Alkan ve Güven, 2018; Alkan, Güven ve Yılmaz, 2017).

Örnekler kavrama ait bilgilerin oluşturulmasında önemli öğretimsel araçlardan biridir. Herhangi bir kavramı öğretirken, kavrama ait örneklerin yanı sıra kavrama ait olmayan durumların da örneklendirilmesi önemlidir (Senemoğlu, 1997). Lakoff (1984) kavram oluşum sürecinde tek başına bir örneğin her zaman kavrama ait bütün anlamları ifade edemeyeceğini belirtmektedir (akt. Watson ve Mason, 2005). Bu durum, öğretim sürecinde farklı örnek türlerinin kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, örnekler kullanım amaçlarına göre farklılık gösterebilmektedir (Alkan, 2016). Örnekler, farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmasına rağmen tek bir örnek türü, kavram ve kuralların tamamını açıklamada yetersiz kalabilir (Doğan, 2021). Bu nedenle bazı araştırmacılar, örnekleri kullanım amaçlarına göre sınıflandırma yoluna gitmişlerdir (Karaaslan, 2019). Tablo 1’de Michener (1978), Mason ve Pimm (1984), Bills vd. (2006) ve Alkan’ın (2016) çalışmalarında yer alan örnek türlerine ait sınıflandırmalar verilmiştir. Tablo 1’den görülebileceği gibi örnekler farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Alkan (2016) örnek türlerini sınıflandırma çalışmalarını inceleyerek farklı adlandırılmış bazı örnek türlerinin belirli özellikler bakımından birbiriyle benzer olduğunu ifade etmiştir. Örneğin; Michener (1978) ile Mason ve Pim’in (1984), bazı örneklerin zamanla kavramın yerini aldığı, yani kavramın temsili niteliğindeki örnekler olarak; aynı anlama gelen “model” ve “jenerik” (generic) örnekleri farklı isimler ile adlandırıldıkları görülmektedir. Benzer işlevleri yerine getirmesine rağmen farklı isimlerle adlandırılmış olan örnek türleri ile ilgili karmaşanın giderilmesi amacıyla Alkan (2016) her bir örnek türünün tespit edilebilmesi için gerekli olan belirli özelliklerin açıklandığı ve diğer sınıflandırmaları kapsayan bir sınıflandırma geliştirmiştir. Alkan’ın (2016) sınıflandırmasına göre başlangıç örnekleri, öğrencilere konu ile ilgili düşünsel bir temel oluşturmaktadır. Standart örnekler, konu ile ilgili başlangıç örneklerinin öğrencilerde

oluşturduğu algıyı, tanım ve kuralları destekleyerek anlamlı hale gelmesini sağlayabilen örneklerdir. Geliştirici örnekler, öğrencilerin konuyu derinlemesine öğrenmelerine yardımcı olmakla birlikte olası kavram yanlışlarının da oluşmasını engelleyebilir. Uç örnekler, kavramlara ait istisna durumları veya matematiksel kabulleri göstermek amacıyla kullanılan örneklerdir. Karşıt örnekler, öğrencilerin yanlış genellemelerini engellemeyi ve kavrama ait bilgilerini netleştirmeyi sağlayan örnekler olup örnek dışı örnekler ise bir kavramın sahip olmadığı özellikleri vurgulayan veya tanımın koşullarını sağlamayan örneklerdir.

Matematik öğretiminde kullanılan örnekler kadar örneklerin çeşitleri ve öğretmenin bu konudaki bilgisi etkili bir öğretim için önem arz etmektedir. Ancak öğretim sürecinde kullanılan örneklerin seçimi birçok faktörün düşünülmesini gerektirdiği için öğretmeni karmaşık ve zor bir mücadele içine sürüklemektedir. Özellikle de belirli örneklerin seçimi öğrenmeyi hızlandırabilir ya da engelleyebilir. Öğretim sürecinde seçilen örneklerde kullanılan sayılar rastlantısal olmamalı, seçilen örneklerde hangi sayıların kullanılmasının pedagojik açıdan daha güçlü olduğunun düşünülmesi önemlidir. Örneğin; Rowland ve Zaslavsky (2005) bir çıkarma işlemi öğretirken 62-38 işleminin seçilmesinin rastlantısal bir durum olmaması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciye çıkarma işleminde elde almayı öğretmek hedefleniyorsa bu işlemde ikinci ifadedeki 8 sayısı 9 olabilir, fakat 2 ya da 1 gibi sayılar olmamalıdır. Yani örnek seçimi keyfi bir durum değildir. Pedagojik olarak güçlü bir mesaj taşır. Örneklerin seçiminde öğretmenlerin öğretim hedeflerini, öğrencilerin ön bilgilerini ve hazırbulunuşluk düzeylerini dikkate almaları önemlidir. Ayrıca bu seçim öğrencilerin geçmiş bilgilerini ve yeni bir kavramın oluşmasında kullandıkları şemalarını belirlemeye yardımcı olur (Yüce, 2017). Rowland (2008) öğretmenlik mesleğine yeni başlayan öğretmenlerin örnek seçimlerinin eksik ve kötü olduğunu vurgulamıştır. Rowland, Thwaites ve Huckstep (2003) öğretmen adaylarının uygun olmayan örnek seçimini üç kümeye ayırmışlardır; değişkenlerin rolünü gizleyen örneklerin seçimi (koordinat sisteminde her iki koordinat için aynı değerleri gösteren noktaları kullanmak), bir prosedürü açıklamak için kullanılan örneklerde sayıların başka bir prosedürün açıklamasında kullanılmasının daha uygun olması (49x4 işlemini sıradan bir çarpma işlemini göstermek için kullanmak) ve egzersiz sürecinde rastgele oluşturulan örneklerin seçimi. Öğretmenlerin örnek seçiminde mesleki tecrübelerinin yanı sıra öğretmenin pedagojik alan bilgisi önemlidir (Rowland vd., 2003). Bir matematik öğretmeni, örnek seçiminin öğrencinin öğrenmesi üzerindeki potansiyelinin farkında olmalı ve örneklerini seçerken birçok süzgeçten geçirmelidir. Bu süzgeçlerden biri de örnek çeşitliliğidir. Öğretmen, öğrencilerinin yanlışlarını gidermek için karşıt örneklerden yararlanabilirken, öğrencilerinin anlayışlarını ve ilişkilendirme güçlerini ilerletebilmek için geliştirici örnekleri ustalıkla kullanabilmelidir. Bu seçim doğrudan öğretmenin matematiği öğretme bilgisinin bir bileşenidir. Öğretmen bir orkestra şefi gibi dersinde öğrencilerinin durumlarını gözlemlemeli ve bir örnek türünden diğer örnek türüne rahatlıkla geçebilmelidir. Bunun için başlangıç noktasının da her örneğin amacı yönünden farklı işlevlere sahip olduğunun fark edilmesi ile başlayacağı düşünülmektedir.

Tablo 1. Örnek türlerine ait bazı sınıflandırmalar.

Michener (1978)	Mason ve Pimm (1984)	Bills vd. (2006)	Alkan (2016)
Başlangıç Örnekler	Özel (specific) örnekler	Genel Örnekler	Başlangıç örnekler
Model Örnekler	Belirli (particular) örnekler	Karşıt Örnekler	Standart örnekler
Referans Örnekler	Genel (general) örnekler	Örnek Dışı Örnekler	Geliştirici örnekler
Karşıt Örnekler	Genelleyici (generic) örnekler		Uç örnekler
			Örnek dışı örnekler
			Karşıt örnekler

Matematik öğretmeni yetiştirme programlarının çoğu, örneklerin kullanımı ve seçimi ile ilgili sistematik olarak hazır olmamakla birlikte bu durumun önemi de öğretmen adaylarına vurgulanmamaktadır (Bills vd., 2006; Rowland ve Zaslavsky, 2005; Zaslavsky, Harel ve Manaster, 2006; Zaslavsky ve Lavie, 2005; Zodik ve Zaslavsky, 2008). Bu yüzden etkili örnek kullanımı için gereken beceriler öğretmen adaylarının mesleğe başlamasıyla, yani kişinin kendi öğretmenlik tecrübesiyle şekillenmektedir (Kennedy, 2002). Özellikle öğretmen adaylarının öğretmenlik eğitimi aldıkları süreçte örneklerin kullanımı ve türleri hakkında bilgi sahibi olmaları ve buna yönelik bir eğitim almaları onların gelecekte derslerinde kullanacakları örnekleri daha bilinçli seçmelerine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte halen üniversitelerde öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının örnekler ile ilgili düşüncelerinin tespiti ile var olan bilgilerini ortaya çıkarmak, varsa kavram yanlışlarını tespit etmek ve buna yönelik çözüm önerileri geliştirmek önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni (İMÖ) adaylarının örnek ile ilgili düşüncelerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu bağlamda bu çalışmada "İMÖ adaylarının örnek kavramı ile ilgili düşünceleri nasıldır?" sorusuna cevap aranmıştır. Araştırmanın alt problemleri ise;

1. İMÖ adaylarının örneğin tanımı ve kullanım amaçlarına ilişkin görüşleri nelerdir?
2. İMÖ adaylarının iyi örneklerin özelliklerine ilişkin görüşleri nelerdir?
3. İMÖ adaylarının örnek türlerine ilişkin görüşleri nelerdir? şeklinde belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma deseni

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması yöntemi; bir veya birkaç durumu, olguyu ya da olayı sınırlı sayıda örneklem ile her yönüyle derinlemesine inceleme olanağı sunan, durumlara bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2013). Bu çalışmada da İMÖ adaylarının örneğin tanımı, örnek çeşitleri, iyi örnek özellikleri, örneklerin kullanım amaçları, örnek ve soru kavramı arasındaki farklılıklar ile ilgili görüşleri ayrıntılı olarak ortaya koyulmaya çalışıldığı için durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.

2.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 2. sınıfında öğrenim görmekte olan 34 İMÖ adayı oluşturmaktadır. Bu

sınıf seviyesinde öğrenim gören İMÖ adaylarının tercih edilmesiyle öğretmen adaylarının "örnek" kavramı ile ilgili bakış açılarını belirlemek ve öğretmen adaylarına ilerleyen öğrenim sürecinde tespit edilen durumlar doğrultusunda eğitimlerine katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Öğretmen adayları gönüllülük esası ile araştırmaya katılmışlardır. Öğretmen adaylarına çalışma hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Araştırmada katılımcılara kimliklerinin gizli tutulacağı ifade edilmiştir. Çalışmada her bir İMÖ adayı Ö1, Ö2, Ö3. şeklinde kodlanmıştır.

2.3. Veri toplama araçları

Araştırmanın verileri 2020-2021 akademik yılı bahar döneminde araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. 2020-2021 akademik yılının Covid-19 salgını nedeniyle uzaktan eğitimin yapılmasından dolayı yarı yapılandırılmış görüşme formu tercih edilmiştir. Araştırmacılar elde edilen verilerin güvenilirliğini arttırmak için öğrencilerden gelen cevapları inceleyip var olan eksiklikler doğrultusunda yeniden ek sorular hazırlayarak öğretmen adaylarından bir daha görüş almıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun son hali toplam 5 sorudan oluşmaktadır. Bu doğrultuda katılımcılara ilk olarak "Sizce örnek nedir?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan gelen cevaplar doğrultusunda "Örneğin kullanım amacı nedir?" sorusu ile görüşmeye devam edilmiştir. Katılımcıların verdikleri cevaplar doğrultusunda görüşme esnasında "Sizce örnek ve soru aynı şey midir?" sorusu yöneltilmiştir. Araştırmaya daha sonra "Sizce iyi bir örnek ne gibi özelliklere sahiptir?" sorusu ile devam edilmiştir. Son olarak araştırmacılar tarafından gelen cevaplar doğrultusunda "Örnek türleri hakkında ne biliyorsunuz?" sorusu yöneltilmiştir.

2.4. Verilerin analizi

Görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler transkript edildikten sonra satır satır kodlanmıştır. Bu şekilde açık kodlama süreci başlamıştır. Açık kodlama sürecinde katılımcıların kendi ifadelerinin kullanılmasına önem gösterilmiştir. Kodlama yapılırken kodlanan bölümü en iyi ifade eden kodların kullanılmasına dikkat edilmiştir. Açık kodlama sürecine bu şekilde devam edilerek bir kod listesi oluşturulmuştur. Kategorilerin belirlenmesi sürecinde ise açık kodlamada elde edilen kodlar arasındaki ilişkilerin ortaya konulması ve kodlar arası benzerliklerin belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Birbirleriyle ilişkili olan kodlar bir araya getirilerek kategorilerin ortaya çıkması sağlanmıştır. Her bir koda ait frekans ve yüzdeler hesaplanmıştır. Öğretmen adaylarının örneğin tanımına ait bilgilerinin doğruluğu ise doğru, kısmen doğru ve yanlış olmak üzere

frekanslandırılmış ve açıklamalarda sunulmuştur. Araştırma kapsamında araştırmacı dışında farklı bir araştırmacı tarafından da veriler yeniden kodlanmıştır. Araştırmanın güvenilirlik hesaplaması için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği güvenilirlik formülü (Güvenirlik = Görüş Birliği/ (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)) kullanılmıştır. Buna göre araştırmanın güvenilirlik yüzdesi 0,90 bulunmuştur. İki farklı araştırmacının kodları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan bu kodlarda “görüş birliği” ve “görüş ayrılığı” olan kodlar tartışılmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular üç başlık altında okuyucuya sunulmuştur. Başlıklar sırasıyla “örneğin tanımı ve kullanım amaçlarına ait bulgular”, “iyi örneklerin özelliklerine ait bulgular” ve “örnek türlerine ait bulgular” şeklinde verilmiştir.

3.1. Örneğin Tanımı ve Kullanım Amaçlarına Ait Bulgular

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmede “*Örnek nedir?*” ve “*Örnek ne amaçla kullanılır?*” soruları sorulmuştur. Bu soruların yanı sıra bazı öğretmen adaylarının örneğin tanımını yaparken “*soru, alıştırma...*” gibi ifadeler kullanmaları üzerine katılımcılara “*Sizce örnek ve soru aynı şey mi? Değilse aralarında ne gibi farklılıklar vardır?*” şeklinde bir soru daha eklenmiştir. Bu sorudan elde edilen verilerin de örneğin tanımı ile ilgili toplanan verilere ışık tutacağı düşünüldüğünden bu başlık altında verilmiştir.

Araştırmada sorular doğrultusunda önce İMÖ adaylarının örnek kavramı hakkındaki düşünceleri kodlanmış ve bu kodların dağılımı Şekil 1’de daire grafiğinde gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının örneğin tanımına ait bilgilerinin doğruluğu ise doğru, kısmen doğru ve yanlış olmak üzere frekanslandırılmış ve açıklamalarda sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının örneği tanımlarken kullandıkları ifadeler ve oranları Şekil 1’de sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının örneğin tanımıyla ilgili ifadeleri incelendiğinde; 12 kişinin sözel bir *açıklama* (%26), 9 kişinin öğrenmede kalıcılığı sağlayan *şey* (%19), 7 kişinin *soru* (%15), 7 kişinin *alıştırma* (%17), 5 kişinin açıklamalarda kullanılan *model* (%11), 3 kişinin açıklamalarda kullanılan *davranış* (%6), 2 kişinin açıklamalarda kullanılan *yol* (%4), 2 kişinin bir şeyleri göstermek için kullanılan *araç* (%4) olarak tanımladıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda oluşturulan bu kodlar “*örneğin tanımı*” kategorisi altında toplanmıştır. Bu tespitler

ile birlikte öğretmen adayların ifadeleri incelendiğinde 34 öğretmen adayından; 3 (%9) öğretmen adayının örneğin tanımını tam olarak ifade edebildiği, 20 (%59) öğretmen adayının tanımı kısmen bildiği, 11 (%32) öğretmen adayının ise örneği tanımını bilmedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının örnek kavramını tam olarak bilmediği bu kavramı alıştırma ve soru kavramı ile karıştırdığı, bu iki kavramı birbirinden ayırt edemedikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarından bazılarının bu soruya verdikleri cevaplar aşağıda verilmiştir.

“Anlatılan konunun daha iyi anlaşılması ve aktarılması için oluşturulan şeylerdir. Yani anlatılan konuyu öğretmek ve konu hakkında akılda bir soru işareti oluşmaması için konuyu farklı şekillerde açıklamanın yoludur diyebiliriz. Bana göre örnek anlatılan konunun hepsini ya da bir kısmını içerebilir. Konunun daha iyi anlaşılmasını sağlar.” (Ö11)

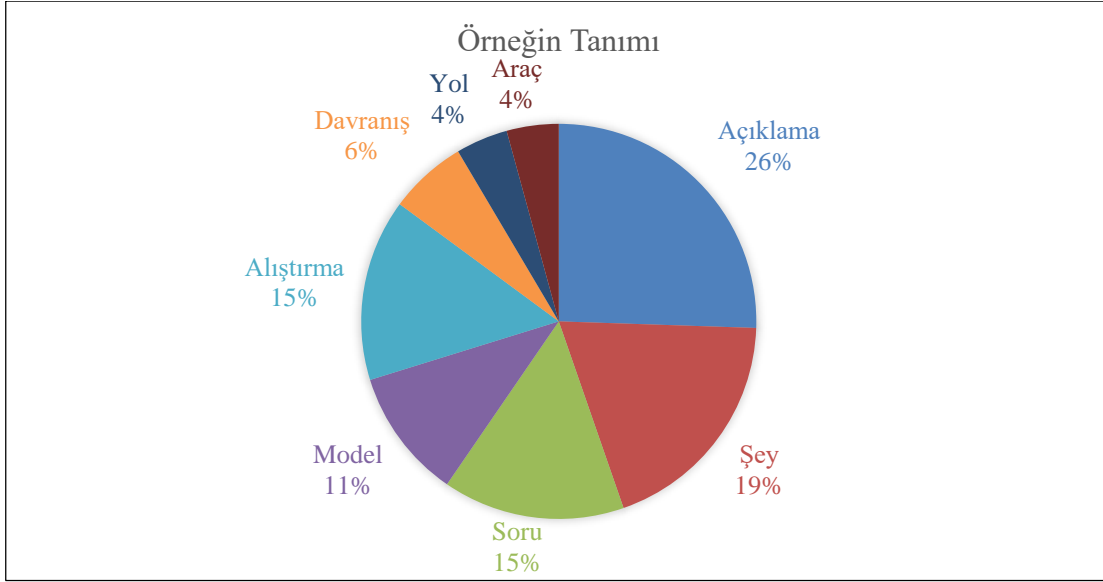
Ö11’in açıklaması incelendiğinde örneği, öğrenmede kalıcılığı sağlayan *şey* olarak ifade ettiği görülmektedir. Bunun yanı sıra Ö11’in açıklamasına göre örnek, bir şeyi farklı şekillerde *açıklamak* ve bu açıklamalar için kullanılan “*yol*” olarak ifade edilmiştir. Bu yüzden Ö11’in bu açıklaması “*şey*”, “*açıklama*”, “*yol*” olarak kodlanmıştır. Aynı zamanda Ö11’in örneğin tanımını tam olarak ifade edemediği fakat kullanım amaçlarından yola çıkarak bu kavram hakkında fikir yürüttüğü görülmüştür. Bu bakamdan örneğin tanımını kısmen bildiği belirlenmiştir. Bu açıklaması ile aynı zamanda örneğin temel amacının konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Ö8 ise örneğin tanımını şu şekilde yapmıştır.

“Bence örnek bir konunun daha iyi anlaşılabilmesi için sunulan cümleler, sorular.” (Ö8)

Ö8’in bu açıklamasında örnek kavramını soru ve cümleler olarak ifade ettiği görülmüştür. Bu açıklamasından dolayı Ö8’in örnek tanımı “*soru*” olarak ve cümleler ifadesi ise “*açıklama*” olarak kodlanmıştır. Ö8’in örnek kavramını kısmen bildiği fakat soru kavramı ile karıştırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra örneğin amacının konunun daha iyi anlaşılması için sunulan ifadeler olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Ö18 ile yapılan görüşmede örneği şu şekilde tanımlamıştır:

“Bir bütünün ya da konunun daha iyi ifade edilebilmesi, anlaşılabilmesi için verilen alıştırmalar, pekiştirilmesini ve kalıcılığı sağlayan şeylerdir.” (Ö18)

Ö18’in açıklamasından örneği, bir konunun ifade edilebilmesi için kullanılan alıştırmalar ve öğrenmenin kalıcı olmasını sağlayan şeyler olarak ifade ettiği görülmektedir. Ö18’in bu açıklamasına göre örnek tanımı “*alıştırma*” ve “*şey*” olarak kodlanmıştır.



Şekil 1. Örneğin tanımına ilişkin kodlar.

Ö18'in de örneği kısmen tanımladığı ve kullanım amacı hakkında açıklama yaptığı gözlenmiştir. Benzer şekilde Ö26 ile yapılan görüşmede örneği şu şekilde tanımlamıştır:

"Bir konunun daha iyi anlaşılmasının sağlayan konu ile ilgili alıştırmalar." (Ö26)

Ö26'nın açıklamasından örneği öğrenme sürecinde kullanılan alıştırmalar olarak tanımladığı görülmektedir. Bu nedenle Ö26'nın örnek ile ilgili açıklaması "*alıştırma*" olarak kodlanmıştır. Ö26'nın örnek ile alıştırma kavramlarını karıştırdığı ve örneğin tanımını bilmediği tespit edilmiştir.

İMÖ adaylarının örneğin kullanım amacına yönelik yaptıkları açıklamaların analizinden elde edilen bulgular ve frekansları Şekil 2'de sunulmuştur.

Şekil 2'den görülebileceği gibi İMÖ adaylarının çoğu (%94) örneklerin bir konuyu açıklamak ya da kavratmak ve konuyu pekiştirmek (%82) amacıyla kullanılabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte İMÖ adayları örneklerin; öğrencilerde oluşacak olası kavram yanlışlarını engellemek, bir problemin çözümünde farklı çözüm yollarını açıklamak, öğrencilerin matematik dersine olan ilgisini arttırmak, onları motive etmek, bir kavramı görselleştirmek, öğrencilerin ne kadar öğrendiğini belirlemek için ölçme-değerlendirme yapmak ve matematik dersinde bir şeyleri kanıtlamak için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından Ö1 örneğin kullanım amacını şu şekilde ifade etmiştir:

".....herhangi bir konu, düşünce veya durumu daha iyi açıklamak, desteklemek, kanıtlamak için yararlanılan...." (Ö1)

Ö1 bu ifadesi ile örneklerin bir açıklamanın temeli olduğunu ve bir şeylerin doğruluğunu ispatlamak amacıyla

kullanılabileceğini belirtmiştir. Ö10'un açıklaması ise şu şekildedir:

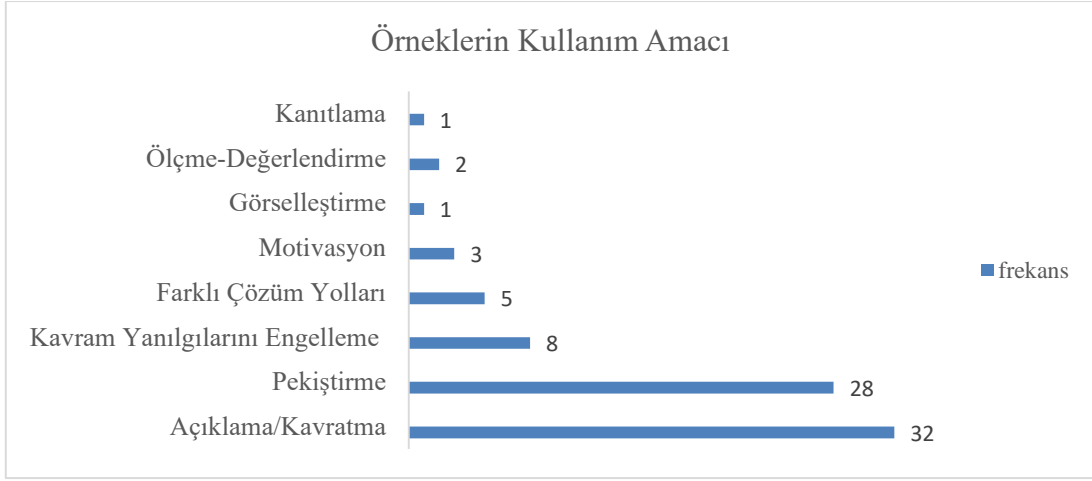
"...derste anlatılan bir kazanımdan sonra öğrencinin kazanımı daha iyi kavraması için..." (Ö10)

Ö10'un açıklaması incelendiğinde örneklerin kazanımların tanımlarından sonra onları açıklamak ve kavratmak amacıyla kullanılabileceğini ifade ettiği görülmektedir. Ö33 örneğin kullanım amacını şöyle açıklamıştır:

"Bir konuyu daha anlaşılır hale getirmek, daha iyi anlatmak, açıklamak, konuyu desteklemek ve pekiştirmek için o konu ile alakalı olarak konunun içerisinde ve sonunda bolca kullanılan..." (Ö33)

Bu açıklamaya göre Ö33 örneklerin açıklama ve bir konunun pekiştirilmesi için kullanılabileceğini belirtmiştir.

Örneğin tanımını yaparken, öğretmen adaylarından 7'sinin (Ö3, Ö10, Ö8, Ö15, Ö20, Ö21, Ö27) örneği "sorulan sorular" gibi ifadeler kullanmaları ve benzer şekilde diğer 7 öğretmen adayının (Ö5, Ö7, Ö11, Ö26, Ö29, Ö30, Ö33) "derste kullanılan alıştırmalar" şeklinde açıklama yapmasından dolayı katılımcılara daha sonra "*Sizce örnek ve soru kavramları birbirlerinden farklı mıdır? Açıklayınız.*" şeklinde bir soru daha yöneltilmiştir. İMÖ adaylarının 32'si örnek ve sorunun aynı şey olmadığını ifade etmiştir. Fakat 25 katılımcının örnek kavramı ile soru kavramı arasındaki farkı açıklayamadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda İMÖ adaylarından sadece 7'sinin örnek ile soru arasındaki farkı açıklayabildiği, 25'inin farkı açıklayamadığı ve 2'sinin ise örnek ve sorunun aynı kavramlar olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Örneğin Ö15 bu soruya şu şekilde cevap vermiştir:



Şekil 2. İMÖ adaylarına göre örneğin kullanım amacı.

“Benim okul hayatımda örnek ve soru aynı şeydi. O yüzden herhangi bir farklılık varsa bile bilmiyorum.” (Ö15)

Ö15’in verdiği cevaptan da anlaşılacağı üzere örnek ve soru kavramları arasında bir farklılık olmadığını, ikisinin de aynı amaçlara hizmet eden kavramlar olduğunu düşündüğü görülmüştür. Ö7 ise bu soruya şu şekilde cevap vermiştir:

“Örnek konu anlatımında, soru ise konu tekrarında kullanılıyor.” (Ö7)

Ö7’nin vermiş olduğu cevaptan soruların tekrar amaçlı, örneklerin ise konu anlatımı sırasında kullanılan ifadeler olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan Ö7’nin cevabının kısmen doğru fakat eksik olduğu belirlenmiştir.

3.2. İyi Örneklerin Özelliklerine Ait Bulgular

Öğretmen adaylarına “İyi bir örnek hangi özellikleri içermelidir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerinin analizinden elde edilen bulgular ve frekansları Şekil 3’te sunulmuştur.

Şekil 3’ ten görülebileceği gibi İMÖ adaylarının çoğunlukla iyi bir örneğin basitten karmaşığa doğru sunulması ile açık ve anlaşılır olmasına vurgu yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca katılımcılar iyi bir örneğin zihinsel karmaşaya sebep olmaması ve gereksiz detay içermemesi özelliklerine de dikkat çekmiştir. Bununla birlikte İMÖ adayları iyi bir örneğin öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerine ve müfredata uygun olması gerektiğini belirtmiştir. Katılımcılar ayrıca iyi bir örneğin günlük hayatla ilişkili olması gerektiğini ifade etmiştir. Ö22 iyi bir örneğin sahip olması gereken özellikleri şu şekilde ifade etmiştir:

“Açık ve anlaşılabilir olmalı. Net ve ne istediğini belirten ifadeler barındırmalı, gereksiz bilgi barındırmayan, günlük

hayattan örnekler içermeli, seviyelere ve konuya bağlı olarak verilen örnekler.” (Ö22)

Ö22 bu açıklaması ile iyi bir örneğin açık ve anlaşılabilir, günlük hayatla ilişkili, öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerine ve konuya uygun yani müfredata bağlı olması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Ö14 iyi bir örneğin özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir:

“İyi bir örnek konu ile bağlantılıdır. Açık ve anlaşılardır. Günlük hayatla ilişkilendirilebilen örnektir. Gereğinden fazla zorlayıcı olmayıp zorluk seviyesi kademeli olmalı.” (Ö14)

Ö14’ün açıklamasından görülebileceği gibi Ö22’ye benzer şekilde örneğin günlük hayatla ilişkili olmasına ve açık, anlaşılır olmasına vurgu yapmıştır. Bunların yanı sıra örneklerin basitten zora sunulması gibi zorluk seviyesine de uygun olması gerektiğini belirtmiştir. Ö32 de iyi bir örneği şu şekilde ifade etmiştir:

“İyi bir örnek açık, anlaşılır, sade bir şekilde olmalıdır. Örneğin verilmiş amacına uygun yani anlatılan konuya olmakla birlikte ifade edilmek istenen her şeyi doğrudan ifade edebilmelidir. Örnek anlatılmak istenen konunun en uygun anında verilmelidir ki, kavram yanılgıları ve yanlış anlaşımaların önüne geçilmelidir. İyi bir örnek aynı zamanda kullanıldığı ifadeyi daha somut hale getirip karşı tarafın zihninde bir durum canlandırması, anlatılan ifadelerin net olarak anlaşılmasını sağlamalıdır.” (Ö32)

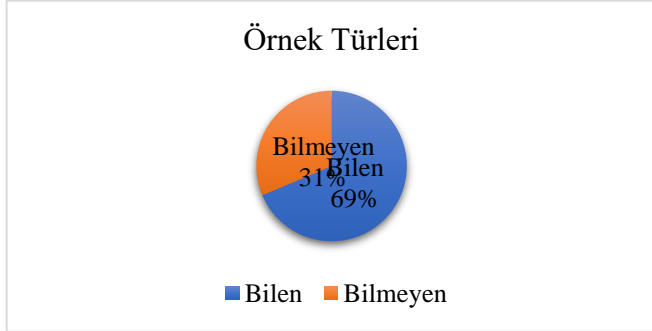
Ö32 bu açıklaması ile iyi bir örneğin açık ve anlaşılır olması, konuya uygun ve öğrencinin zihninde karmaşaya sebep olmaması gerektiğini vurgulamıştır.



Şekil 3. İMÖ adaylarına göre iyi örnek özellikleri.

3.3. Örnek Türlerine Ait Bulgular

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmede “Örnek çeşidi ne demektir?” ve “Örnek türleri hakkında bilginiz var mı?” soruları sorulmuştur. Bu soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar biliyor ya da bilmiyor şeklinde kodlanarak frekanslandırılmış ve “örnek türleri” kategorisi adı altında toplanmıştır. İMÖ adaylarının örnek türlerini bilme durumu Şekil 4’teki daire grafiğinde gösterilmiştir.



Şekil 4. İMÖ adaylarının örnek türlerini bilme durumu

Öğretmen adaylarının bu sorulara yönelik cevaplarından elde edilen bulgulara göre 11 (%31) öğretmen adayının örnek türleriyle ilgili bilgi sahibi olduğu 23 (%69) adayın ise bilgi sahibi olmadığı ve konuyu pekiştirmek için, konu hakkındaki soruların çözümünü göstermek için kullanılan şeyler olarak ifade ettikleri görülmüştür. Ö12’nin bu sorulara verdiği cevap şu şekildedir:

“Örnek çeşidi, matematikte bir konuyu anlattıktan sonra o konu ile ilgili verilecek örnekte soru tarzı olarak değişik tarzları gösterme, öğrenciye çözdürmedir.” (Ö12)

Ö12’nin açıklamasına göre örnek kavramını soru ile karıştırdığı ve farklı soruların farklı örnek türleri olduğunu ifade ettiği görülmüştür. Benzer şekilde Ö16 ise:

“Bir konu işlenirken o konuyu pekiştirmek için her konu başlığı altında verilen örnek çeşitleri olarak nitelendirilebilir.” (Ö16)

Ö16’nın açıklaması incelendiğinde bir konuyu pekiştirmek amacıyla konuya ait her bir kazanımla ilgili sunulan örnekleri örnek çeşidi olarak ifade ettiği görülmüştür. Aynı şekilde Ö17 de:

“Örnek sayısını arttırmak için, benzer ve farklı şekilde örnekleri değiştirmek.” (Ö17)

Ö17’nin ise örnek türlerini örnek sayısını arttırmak için kullanılan örnekler olarak ifade ettiği görülmüştür. Bunların yanı sıra Ö2’nin açıklamaları şu şekildedir:

“Örnekler ilişkilerin sezilmesi, tümevarımsal muhakeme, kavram ve kuralların gösterimi gibi genellemede hammadde olarak kullanılabilen her şeyi içeren örnekler konuların amaç ve uygulama biçimine göre şekillenmesi” olarak ifade etmiş ve örnek türleri hakkında “Bir kavrama yönelik örnekler ve bir yöntemin uygulamasına yönelik örneklerdir. Örnek türleri genel örnekler, karşıt örnekler ve örnek olmayanlar olarak üçe ayrılır.” (Ö12)

Ö2’nin açıklaması incelendiğinde örnek çeşitliliği ve örnek türleri hakkında kısmen bilgi sahibi olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ

İMÖ adaylarının örnekler ile ilgili düşüncelerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının örnek kavramı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun örnek ve soru kavramları arasındaki farkı bilmedikleri, örnek kavramını alıştırmaya ve soru kavramı ile karıştırdığı, bu iki kavramı birbirinden ayırt edemedikleri belirlenmiştir. Araştırmanın sonucuna paralel olarak bazı çalışmada matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının örnek kavramını tanımlamakta zorlandıkları ve bu kavramla ilgili sınırlı bilgiye sahip oldukları ifade edilmektedir (Doğan ve Doğan, 2023; Sağlam-Kaya, 2017). Örneğin Sağlam-Kaya’nın (2017) matematik öğretmeni adaylarının matematiksel örnekleri algılayışlarını incelediği

çalışmasında, öğretmen adaylarının, örnekler için sadece belli prosedürlerin uygulandığı sorular, problemler veya alıştırmalardan oluştuğu şeklinde bir algıya sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Matematik öğretmenlerinin örnek seçimlerini inceleyen Doğan ve Doğan'ın (2023) çalışmasında da öğretmenlerin örnekleri tanımlamada zorlandıkları ve sınırlı tanımlamalar yaptıkları sonucu araştırmanın sonucuyla paralellik göstermektedir. Bu araştırmaların sonuçlarından yola çıkılarak öğretmen adaylarının örnek kavramıyla ilgili bilgi ve deneyim eksikliklerinin öğretmenlik mesleğini yürütürken öğretim süreçlerine de yansdığı hatta öğretmenlik tecrübelerinin örnek kavramının tam olarak anlaşılmasına yardımcı olmadığı söylenebilir.

İMÖ adaylarının örneklerin kullanım amaçlarına yönelik görüşleri doğrultusunda katılımcıların çoğu örneklerin bir konuyu açıklamak ya da kavratmak ve konuyu pekiştirmek amacıyla kullanılabileceğini belirtmiştir. İlgili alan yazın incelendiğinde örneklerin bir konuyu açıklamak (Bills vd., 2006; Leinhardt, 2001; Sağlam-Kaya, 2017; Ubuz ve Kırkpınar, 2000) ve bir kavramı pekiştirmek amacıyla kullanıldığı (Rowland, 2008) araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir. Bununla birlikte İMÖ adayları örneklerin; öğrencilerde oluşacak olası kavram yanılgılarını engellemek, bir problemin çözümünde farklı çözüm yollarını açıklamak, öğrencilerin matematik dersine olan ilgisini arttırmak, onları motive etmek, bir kavramı görselleştirmek, öğrencilerin ne kadar öğrendiğini belirlemek için ölçme-değerlendirme yapmak ve matematik dersinde bir şeyleri kanıtlamak için kullanılabilceğini ifade etmişlerdir. Alan yazında araştırmacılar tarafından örneklerin kullanım amaçlarının; motivasyon (Michener, 1978; Sağlam-Kaya, 2017; Watson ve Mason, 2005), kazanılan davranışların gözden geçirilmesi (Ubuz ve Kırkpınar, 2000), genelleme (Alkan, 2016; Bills vd., 2006; Watson ve Mason, 2005) ve kanıt sunma (Michener, 1978) şeklinde ifade edildiği göz önünde bulundurulursa İMÖ adaylarının örneklerin kullanım amaçlarına yönelik farkındalıklarının olduğu düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuca göre İMÖ adaylarının örneklerin özelliklerine yönelik kısmen bilgi sahibi oldukları tespit edilmiştir. İMÖ adayları çoğunlukla iyi bir örneğin basitten karmaşığa doğru sunulması ile açık ve anlaşılır olmasına vurgu yapmıştır. Ayrıca öğretmen adayları iyi bir örneğin zihinsel karmaşaya sebep olmaması ve gereksiz detay içermemesi özelliklerine de dikkat çekmiştir. İlgili alan yazında örneklerin özelliklerine yönelik yapılan sınıflandırmalar incelendiğinde araştırmacıların örneklerin basit, açık ve anlaşılır olmasına vurgu yaptıkları (Houston, 2009; Michener, 1978; Zaslavsky ve Lavie, 2005) görülmektedir. Bununla birlikte İMÖ adayları iyi bir örneğin öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerine ve müfredata uygun olmasına da dikkat çekmiştir. Katılımcılar ayrıca iyi bir örneğin günlük hayatla ilişkili olması yönüne de vurgu yapmıştır. İlgili alan yazında iyi bir örnek; doğru, açık, dikkat çekici ve transfer edilebilir olarak nitelendirilmektedir (Zaslavsky ve Lavie, 2005). Bununla birlikte Bills vd. (2006) öğretim amaçlarına ulaşmanın temele alındığı sınıf ortamında öğrencilerin ön bilgilerinin göz önünde bulundurulmasına dikkat çekerek, örnek seçiminde öğrencilerin geçmiş deneyimlerinin dikkate alınmasını vurgulamıştır. Ayrıca iyi

örneklerin öğrencileri motive etmek için bağlam içermesine vurgu yapan araştırmacılar da (Goldenberg ve Mason, 2008; Watson ve Mason, 2005) bulunmaktadır. Bu bakımdan İMÖ adaylarının örneklerin özelliklerine ilişkin informal bilgileri kısmen olsa da bu konuda sistematik bir eğitim almalarının, ileride gerçekleştirecekleri öğretim sürecinde iyi örnekler seçmeleri adına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

İMÖ adaylarının örnek türlerine ait görüşlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda örneğin kullanım amaçları hakkında bilgilerinin kısmen olduğu fakat bu amaçlar doğrultusunda örneklerin çeşitlerinin olabileceği hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Nitekim araştırmadan elde edilen sonuçlara göre 34 İMÖ adayından yalnızca 11'i örnek türleriyle ilgili bilgi sahibiyken, 23 İMÖ adayının ise bilgi sahibi olmadığı ve örnek türlerini konuyu pekiştirmek için ve konu hakkındaki soruların çözümünü göstermek için kullanılan sorular olarak ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca katılımcılardan bazıları örnek çeşitlerini soru sayısını arttırmak olarak ifade etmiştir. Öğretim sürecinde örnekler birden fazla amaç için kullanılabilir. Bu nedenle öğretmenlerin hangi amaca yönelik örnek seçtikleri önemli olmakla birlikte (Doğan, 2021) bu çalışmanın sonucunda İMÖ adaylarının ileride derslerinde amaca hizmet edecek örnekler ve türleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür. İMÖ adaylarının daha önceden örnek seçimi ve kullanımı ile ilgili deneyiminin olmaması göz önünde bulundurulduğunda örnek türlerinin farkında olmamaları kabul edilebilir bir sonuçtur. Ancak gelecekte öğretmen adaylarının doğru örnek seçiminin öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştıracağı, yanlış örnek seçiminin ise öğrencilerin öğrenmesini güçleştirebileceği (Zodik ve Zaslavsky, 2008) düşünüldüğünde öğretmen adaylarının lisans öğrenimleri sürecinde bu konudaki eksikliklerinin giderilmesi adına önlemlerin alınması önerilmektedir. Bununla birlikte Zodik ve Zaslavsky (2008) birçok matematik öğretmenliği lisans programının öğrenciler için öğretimsel örneklerin seçimi ve kullanımı konusunda sistematik bir hazırlık sağlamadığına dikkat çekmektedir. Bu bakımdan lisans programlarında öğretimsel örneklerin özellikleri, seçimi ve kullanımı üzerine ders içeriklerinin oluşturulması ve lisans öğretimine yansıtılması ile bu eksikliğin giderilebileceği düşünülmektedir. Bu bakımdan araştırmanın sonuçları doğrultusunda İMÖ adaylarına öğretmenlik eğitimi aldıkları süreçte örneklerin türleri, amaçları, seçimi ve kullanımına yönelik eğitim almaları adına lisans ders içeriklerinin hazırlanması veya buna yönelik seçmeli derslerin oluşturulması program geliştiricilere önerilmektedir. Örneğin lisans düzeyinde verilen; matematiğin temelleri, sayıların öğretimi, matematik öğretiminde ilişkilendirme vb. öğretim derslerinin içeriğinde öğretmen adaylarına senaryolar verilip örnek geliştirmeleri istenerek uygulamaya dönük çalışmalar yapılabilir. Böylelikle öğretmen adaylarının ürettikleri örnekler incelenerek bu kavrama yönelik bilgilerinin gelişimi kontrol edilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar 2. sınıfta öğrenim gören İMÖ adaylarının görüşleri ile sınırlıdır. Benzer bir çalışma son sınıf öğrencileri ile yürütülerek lisans derslerinin öğretmen adaylarının öğretimsel örnekler hakkındaki bilgilerinin gelişimi açısından etkili olup olmadığı araştırılabilir. Bununla birlikte ileride yapılacak çalışmalarda

öğretmen adaylarına öğretimsel örnekler ve türleri, örnek seçimi ve örnek üretimine yönelik eğitim verilerek ders planları hazırlamaları istenebilir. Böylelikle öğretmen adaylarının örnek seçimlerini ders planlarına nasıl yansıttıkları araştırılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Alkan, S. (2016). Matematik öğretmenlerinin kullandıkları örneklerin sınıflandırılması ve öğretimsel açıklama boyutlarıyla ilişkisinin incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Alkan, S., & Güven, B. (2018). Ders kitaplarında kullanılan örnek türlerinin analizi: Limit konusu. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 147-169. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.334530>
- Alkan, S., Güven, B. & Yılmaz, Ş. (2017). The types of examples teachers use in teaching function concept. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(23), 367-384. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/befdergi/issue/30012/304385>
- Bills, L., Dreyfus, T., Mason, J., Tsamir, P., Watson, A., & Zaslavsky, O. (2006). Exemplification in mathematics education. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka, & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 1, pp. 126–154). Prague, Czech Republic: Charles University.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri [Qualitative research methods]*. (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.). İstanbul: Siyasal.
- Doğan, Z. (2021). Matematik öğretmenlerinin matematik yaparken ve öğretirken örnek kullanımları (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Doğan, Z., & Doğan, M. F. (2023). Matematik öğretmenlerinin matematik yaparken ve öğretirken örnek kullanımları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (56), 705-728. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1240608>
- Goldenberg, P., & Mason, J. (2008). Shedding light on and with example spaces. *Educational Studies in Mathematics*, 69, 183-194.
- Houston, K. (2009). *How to think like a mathematician: A companion to undergraduate mathematics*. Cambridge University Press.
- Karaaslan, N. S. (2019). 8. sınıf matematik ders kitabındaki geometri örneklerinin türlerine göre analizi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kennedy, M., M. (2002). Knowledge and teaching. *Teachers and teaching: Theory and practice*, 8(3), 355–370.
- Leinhardt, G. (2001). Instructional explanations: A commonplace for teaching and location for contrast. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 333-357). Washington, DC, USA: American Educational Research Association.
- Mason, J., & Pimm, D. (1984). Generic examples: Seeing the general in the particular. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 227-289.
- Michener, E. (1978). Understanding understanding mathematics. *Cognitive Science*, 2, 361-383.
- Rowland, T. (2008) The purpose, design and use of examples in the teaching of elementary mathematics. *Educational Studies in Mathematics* 69(2), 149-163.
- Rowland, T., & Zaslavsky, O. (2005). Pedagogical example-spaces. Paper presented at the Miniconference on exemplification in mathematics. Oxford University, PME.
- Rowland, T., Thwaites, A., & Huckstep, P. (2003). Novices' choice of examples in the teaching of elementary mathematics. In A. Rogerson (Ed.), *Proceedings of the International Conference on the Decidable and the Undecidable in Mathematics Education* (pp. 242-245). Brno, Czech Republic.
- Sağlam-Kaya, Y. (2019). Matematik öğretmenlerinin öğrenen tarafından üretilen örnekleri sınıfta kullanma sıklıklarının ve gerekçelerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 44(199), 21-47. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2019.7877>
- Senemoğlu, N. (1997). *Development, learning and teaching*. Ankara: Spot Publishing.
- Ubuz, B., & Kırkpınar, P. (2000). The role of example in the formation of mathematical concepts. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 134-138.
- Watson, A., & Mason, J. (2002). Extending example spaces as a learning/teaching strategy in mathematics. In A. Cockburn & E. Nardi (Eds.), *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 4, pp. 377- 385). Norwich, UK: PME.
- Watson, A., & Mason, J. (2005). *Mathematics as a constructive activity: Learners generating examples*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Yüce, M. (2017). Lise öğrencilerinin matematik dersi kapsamında örnek üretme becerileri (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Zaslavsky, O. & Lavie, O. (2005). Teachers' use of instructional examples. Paper presented at the 15th ICMI study conference: The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics. Águas de Lindóia, Brazil.

Zaslavsky, O., Harel, G., & Manaster, A. (2006). A teacher's treatment of examples as a reflection of her knowledge-base. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká, & N. Stehlíková (Eds.), Proceedings of the 30th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 5, pp. 457-464). Prague: PME.

Zodik, I., & Zaslavsky, O. (2008). Characteristics of teachers' choice of examples in and for the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 69, 165–182.



Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Institute of Natural and Applied Science Journal

Dergi ana sayfası/ Journal home page: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs>



E-ISSN: 2587-2389

Ortaokul Öğrencilerinin Sosyal Ağ Kullanım Analizi: Kars İli Örneği

Duygu Uçum YİĞİT¹, Ezgi Pelin Yıldız²

¹ Kafkas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı. Kars, TÜRKİYE

² Kafkas Üniversitesi/Kazım Karabekir Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar Programcılığı Bölümü, Kars, TÜRKİYE

(İlk Gönderim / Received: 03. 02. 2023, Kabul / Accepted: 25. 06. 2023, Online Yayın / Published Online: 12. 10. 2023)

Anahtar Kelimeler:

Sosyal Ağ,
Sosyal Ağ Kullanımı,
Ortaokul Öğrencileri,
Sosyal Ağ Analizi.

Özet: Bilgi çağının bir getirisi olarak gelişen teknoloji furçasının insanlığı mecbur kıldığı ve hayatımızın bir parçası haline gelen sosyal ağ; her geçen gün biraz daha yaşamımızın odak noktası haline gelmiştir. Öncesinde sayılı ailenin evlerine girebilen teknolojik cihazların var olduğu günlerden, günümüzde yeni doğan çocukların dahi sosyal medyada bir profile sahip olduğu günlere doğru ilerlemiş bulunmaktayız. Sosyal ağların insanların iletişimini, etkileşimini, işbirliğini, çalışmasını ve hatta öğrenme sürecini bile yeniden şekillendirdiği günümüzde, bu çalışmanın amacı ortaokul öğrenimine devam eden 5-6-7-8. sınıf öğrencilerinin sosyal ağ kullanımının analiz edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada Kars ilinde bulunan bir devlet Ortaokulunun 5. sınıf A/B - 6.sınıf A/B - 7.sınıf A/B - 8. sınıf A/B öğrencileri üzerinde anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Toplanan anket sonuçları ilgili istatistiksel testler yardımı ile analiz edilmiştir. Ankete 85 kız, 87 erkek olmak üzere toplam 172 öğrenci katılmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. 28 sorudan oluşan ankette öğrencilerin demografik bilgilerini ortaya koymak amacıyla katılımcılara sınıf, şube, cinsiyet, uyku durumu, başarı durumu gibi sorular yöneltilirken; sosyal ağ kullanımını tespit etmede hangi sosyal ağları kullandıkları, ne kadar süredir kullandıkları, gün içinde ortalama internet kullanımları gibi sorular yöneltilmiştir. Uygulanan 28 soruluk anket ile; öğrencilerin demografik özellikleri ile sosyal ağlar üzerindeki faaliyet durumları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Veriler SPSS 24 programı ile analiz edilerek; öğrencilerin sosyal medyada ne amaçla vakit geçirdikleri ve bu kullanımın öğrenciler üzerindeki etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçların gençlerin sosyal medya ortamlarını kullanım sıklığından yola çıkarak ileride oluşabilecek internet bağımlılığı, cep telefonu bağımlılığı (Nomofobi) gibi olumsuz durumlara karşı alınabilecek önlemlerin farkındalığı açısından önem arz edeceği öngörülmektedir.

Social Network Usage Analysis of Secondary School Students: The Case of Kars Province

Keywords:

Social Network,
Social Network Usage,
Secondary School Students,
Social Network Analysis

Abstract: The social network, which has become a part of our lives, obliges humanity as a result of the developing technology frenzy as a result of the information age; it has become the focal point of our lives a little more every day. We have progressed from the days when there were technological devices that could enter the homes of a limited number of families, to the days when even newborn children have a profile on social media. Considering that social networks are reshaping people's communication, interaction, collaboration, work and even the learning process; the purpose of this study is to analyze the social network usage of secondary school students. For this purpose, in this study, a survey was conducted on 5th grade A/B - 6th grade A/B - 7th grade A/B - 8th grade A/B students of a public secondary school in Kars. The collected survey results were analyzed with the help of related statistical tests. A total of 172 students, 85 girls and 87 boys, participated in the survey. In the study, the survey model, which is one of the quantitative research methods, was used. In the questionnaire consisting of 28 questions, questions such as class, branch, gender, sleep status, success status were asked to the participants in order to reveal the demographic information of the students; In order to determine the use of social networks, questions such as which social networks they use, how long they use them, and their average internet use during the

day were asked. With the 28-question survey applied; it is aimed to determine the relationship between the demographic characteristics of the students and their activity status on social networks. By analyzing the data with SPSS 24 program; for what purpose students spend time on social media and the effects of this use on students were tried to be determined. It is predicted that the results obtained in the research will be important in terms of awareness of the precautions that can be taken against negative situations such as internet addiction, mobile phone addiction (Nomophobia) that may occur in the future, based on the frequency of use of social media environments by young people.

*İlgiliyazar: yildizezgipelin@gmail.com
DOI: 10.58688/kujs.1247108

1. GİRİŞ

İnternet kavramının gelişimiyle birlikte zaman ve mekân sınırlamaları ortadan kalkarak, en başta iletişim alanında olmak üzere her alanda yeni gelişmeler meydana gelmiştir (Hilbert, 2012). Bu gelişmeler sonucunda bilgisayar teknolojileri, internet kullanımı ve sonrasında sosyal ağlar aktif kullanılmaya başlanıp günlük hayatımızın vazgeçilmez birer parçaları haline gelmiştir. Bireylerin sosyal bir çevreye dahil olma arzuları, çevre ile iletişim ve sosyal gruplarda yer alabilme istekleri zamanla sosyal ağların kullanım popürlüğünü arttırmıştır (Webster, 2006). Kabatak ve Koç (2011)'e göre sosyal ağlar, internet ortamlarından kullanıcıların kendi profillerini oluşturarak kendilerini diğer kullanıcılara tanıttığı, farklı ülke ve kültürdeki insanlarla iletişim ve etkileşime geçtikleri, günlük yaşamda kullandıkları jest ve mimikleri betimleyen simge ve sembollerle duygu ve düşüncelerini aktardıkları sanal ortamlar olarak ifade edilmektedir. Sosyal ağlar ilk kez 1954 yılında Barnes tarafından, çevredeki diğer insanlarla olan ilişkileri tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. Bugün sosyal ağlar denildiğinde karşımıza milyonlarca üyeliğe sahip Facebook, Instagram ve Twitter çıkmaktadır. Son yıllarda sosyal medya kullanıcılarının sosyal ağlarda harcadıkları zaman ve bu ağlara üyelikte bulunan kullanıcı sayılarının her geçen gün artış gösterdiği yapılan analizlerde ortaya konulmuştur. Örneğin bir dönem en popüler sosyal medya ortamlarından biri olan Facebook sosyal ağ sitesinin 2017 yılında 2 milyar 72 milyon kullanıcı profiline ulaştığı saptanmıştır (Statistica, Facebook Users Worldwide, 2017). Son yıllarda Facebook sosyal ağının popürlüğünü Instagrama bıraktığı ve daha ileri yaş grubundaki kullanıcı profili tarafından tercih edildiği araştırmalarda ortaya konulmuştur.

2022 yılında yapılan araştırmalara göre Dünyadaki toplam sosyal medya kullanıcı sayısı 4.20 milyardır. Sosyal medyada geçirilen günlük süre dünya ortalaması 2 saat 24 dakika, Türkiye ortalaması ise 2 saat 47 dakikadır. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda sosyal medya kullanıcı sayısının durağan olmayıp hızla artış gösterdiği sonucundan da hareketle ilgili sanal ortamların bireyler üzerinde bağımlılık yaratıp olumsuz sonuçlar doğurabileceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuz sonuçlar özellikle kişilik yapıları yeni yeni gelişmekte olan ilkökul ve ortaokul öğrencilerini de etkileyebilecek aşırı kullanımlar sonucunda çocuklar zaman kaybı, bilgi hırsızlığı, sahte hesaplar, siber zorbalık ve diğer güvenlik problemleri gibi tehdit ve sorunlarla mücadele etmek zorunda kalabileceklerdir. Özellikle çocukların sosyal ağ aracılığı ile görüşecekleri tanımadığı kişiler tarafından tehlikeli sayılabilecek durumları yaşamaları da mümkün olabilecektir. Bu konuda öğretmenlerin, konu alan

uzmanlarının ve diğer yetişkinlerin onları bilgilendirmeleri ve bilinçlendirmeleri gerekmektedir.

Alan yazın incelendiğinde sosyal ağ kullanımı ve bu ağların ortaokul öğrencileri üzerindeki etkilerini konu edinen birçok araştırma ve çalışmanın varlığı dikkat çekmektedir. Bu araştırmalarda elde edilen genel bir sonuç olarak; ailelerin eğitim düzeyleri yükseldikçe öğrencilerin akıllı telefon, tablet gibi teknolojik cihazlara sahip olma oranlarının artış gösterdiği ve sosyoekonomik ve kültürel düzeyi yüksek öğrencilerin evlerindeki bilgisayardan aktif olarak yararlandığı sonucuna varılmıştır. İnternet bağlanma, chat, oyun oynama, ders çalışma gibi etkinlikler kullanımda öne çıkarken öğrencilerin okul derslerine yönelik eğitsel yazılımları kullanım oranları oldukça düşük bulunmuştur.

İlgili araştırmalara örnek olarak; Hançer ve Mişe (2019) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin sosyal medyayı eğitsel amaçlı kullanım düzeyleri ve sosyal medyaya yönelik tutumlarının araştırmışlardır. 388 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirdikleri çalışmanın sonuçlarına göre; ortaokul öğrencilerinin, sosyal medyayı eğitsel amaçlı kullanmalarına yönelik düzeylerinin, orta düzeyde olduğu, cinsiyete göre anlamlı bir farkın olmadığı; tutum puanlarına bakıldığında ise erkek öğrencilerin puanlarının kız öğrencilerin puanlarına göre daha yüksek olduğu sonucu tespit edilmiştir.

1.1. Araştırmanın amacı

Bu araştırmanın amacı; araştırma yöntemlerinden tarama modelini kullanarak ortaokul öğrencilerinin sosyal ağ kullanımının analiz edilmesidir. Bu amaca ulaşabilmek için cevaplanması gereken temel sorular (alt amaçlar) aşağıda sıralanmıştır:

1. Öğrencilerin üyeliği olduğu sosyal ağlar nelerdir?
2. Öğrencilerin sosyal ağları kullanım sıklıkları (yıl bazında) nelerdir?
3. En çok kullanım gören/tercih edilen sosyal ağ hangisidir?
4. Öğrenciler sosyal ağlara en çok hangi cihazla erişmektedir?
5. Öğrenciler gün içerisinde ortalama kaç saat sosyal ağ kullanmaktadır?
6. Öğrenciler sosyal ağları hangi amaçla daha çok kullanmaktadır?
7. Cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin sosyal ağ kullanım sürelerinde farklılık var mı?

1.2. Araştırmanın önemi

Geleceğimizin teminatı olan çocuklarımız içinde bulunduğumuz çağda sosyal medya ortam ve araçlarından gereğinden fazla etkilenebilmektedir. Bu etkilenme yaş, gelişim, sosyal ve çevresel faktörlere bağlı olarak çeşitlilik

göstermekte olup olumlu ve/veya olumsuz sonuçları beraberinde getirmektedir. İlköğretim düzeyine düşen bu kullanımların gerek fiziksel gerekse de zihinsel etkileri pek çok disiplin alanlarına konu olup bu konuda birçok araştırmalar yapılmaktadır. Hatta bu kullanımlar çocukların ebeveynlerinin sosyal medya kullanım sıklıkları, sosyal medyaya bakış açıları, kullanım tutumları gibi değişkenler aracılığı ile de karşılaştırmalı test edilmektedir.

Bu araştırmada 28 sorudan oluşan ankette öğrencilerin demografik bilgilerini ortaya koymak amacıyla katılımcılara sınıf, şube, cinsiyet, uyku durumu, başarı durumu gibi sorular yöneltilirken; sosyal ağ kullanımını tespit etmede hangi sosyal ağları kullandıkları, ne kadar süredir kullandıkları, gün içinde ortalama internet kullanımları gibi sorular yöneltilmiştir. Uygulanan 28 soruluk anket ile öğrencilerin demografik özellikleri ile sosyal ağlar üzerindeki faaliyet durumları arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Tüm bunlar ışığında; araştırmada elde edilen sonuçların gençlerin sosyal medya ortamlarını kullanım sıklığından yola çıkarak ileride oluşabilecek internet bağımlılığı, cep telefonu bağımlılığı (Nomofobi) gibi olumsuz durumlara karşı alınabilecek önlemlerin farkındalığı açısından önem arz edeceği öngörülmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma modeli

Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geçmişte ya da günümüzdeki bir durumu var olduğu şekliyle betimleyen, öğrenmenin gerçekleşmesi ve bireyde istenen davranışların gelişmesi için uygulanan süreçlerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2011). Çalışmada ilgili modelin “ilişkisel tarama” türü tercih

edilmiştir. Bu kapsamdan yola çıkarak; değişkenler arasındaki ilişkilerin düzeyi saptanmaya çalışılmıştır.

2.2. Çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı Kars İli Merkez İlçesinde bulunan bir devlet okulunun Ortaokulunda öğrenim gören 5-6-7-8. sınıflardan A ve B şubesinde öğrenim gören 87 erkek 85 kız toplam 172 öğrenci oluşturmaktadır.

2.3. Veri toplama aracı

Ortaokul öğrencilerinin sosyal ağ kullanım analizini ortaya koymak amacı ile yapılan literatür taraması sonucunda Pehlivanoğlu ve Duru (2015) tarafından geliştirilen anket formu izin alınarak kullanılmıştır. Ankete formuna ait sorular Ek 1; izne ilişkin belge ise Ek 2’de sunulmuştur.

2.4. Verilerin analizi

Veriler SPSS 24 programı ile analiz edilerek çözümlenmiştir. Toplanan anket sonuçları ilgili istatistiksel testler yardımı ile analiz edilmiştir. Araştırmada veriler normal dağılım gösterdiğinden istatistiksel testlerden değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla bağımsız grup t testi kullanılmıştır. Bağımsız örneklem t testi, iki bağımsız grup arasında ortalamalara bakarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için kullanılır. Çalışmada öğrencilerin sosyal ağlara yönelik kullanım sıklıklarını tespit etmek üzere frekans ve yüzde değerlerinden yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

Araştırmada elde edilen bu bulgular aşağıda tablolar aracılığı ile sunulmuştur:

Tablo 1. Demografik bulgular

Değişken	Kategori	Frekans	(%)
Sınıf	5.Sınıf	43	25,0
	6.Sınıf	38	22,1
	7.Sınıf	46	26,7
	8.Sınıf	45	26,2
Cinsiyet	Kız	85	49,4
	Erkek	87	50,6
Ortalama Başarı Puanı	80-100 arası	84	48,8
	60-79 arası	58	33,7
	40-59 arası	27	15,7
	0-39 arası	3	1,7
Günlük Uyku Saati	5 saatten az	29	16,9
	6-8 saat	98	57,0
	8 saatten fazla	44	25,6

Tablo 1' e göre sınıf değişkenine göre; %25'i 5.sınıf, %22,1'i 6.sınıf, %26,7'si 7.sınıf, %26,2'si 8.sınıf tan oluşup; katılımcıların %49,4 ü kız, %50,6'sı erkektir. Katılan öğrencilerin ortalama başarı puanlarına göre %48,8'i 80-100 arası, %33,7'si 60-79 arası, %15,7 si 40-59 arası, %1,7'si 0-39 arası puanlara sahiptir. Günlük uyku saati ise 16,9'u 5 saatten az, %57'si 6-8 saat arası, %25,6 'sı 8 saatten fazla şeklindedir.

Tablo 2 incelendiğinde cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin sosyal ağlara sahiplik durumları; Instagram için, kız öğrencilerin 59'u erkek öğrencilerin 113'ü, Twitter için, kız öğrencilerin 32'si erkek öğrencilerin 140'ı ve Facebook için kız öğrencilerin 41'i erkek öğrencilerin 131'i olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre cinsiyet değişkeni açısından değerlendirildiğinde; sosyal ağlara sahiplik durumlarının erkek öğrenciler lehine olduğunu; Twitter sosyal ağ ortamının kız öğrenciler tarafından sıklıkla tercih görmediği ve erkek öğrencilerde ise bu durumun aksine Twitter'ın en çok tercih gören sosyal ağ olduğu ortaya konulmuştur.

Tablo 3 incelendiğinde yıl değişkenine göre; Instagram sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci dikkate alındığında sıklığın "2 yıldan az" değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Instagramın son yıllarda sahiplik artışı gösteren bir sosyal ağ ortamı olduğu sonucu doğrulanmaktadır.

Tablo 4 incelendiğinde yıl değişkenine göre; Twitter sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci

dikkate alındığında sıklığın "2 yıldan" değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde yıl değişkenine göre; Facebook sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci dikkate alındığında sıklığın "2 yıl" değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 6'dan elde edilen verilere göre; öğrencilere yapılan anket ile Instagram, Twitter ve Facebook 'a sahip olma süreleri frekans analizi ile belirlenmiştir. Instagram'a sahip öğrencilerin daha fazla olduğu ve en çok kullanılan sosyal ağın da Instagram olduğu verilerine ulaşılmıştır.

Tablo 7'den elde edilen verilere göre; öğrencilerin sosyal ağa ağlara bağlanırken en çok tercih ettikleri cihaz "akıllı telefonlar" olarak tespit edilmiştir. Akıllı telefonları sıralamada tabletler takip ederken tüm cihazlardan bağlantı durumlarının da sıklığı dikkat çekmiştir.

Tablo 8 incelendiğinde araştırma grubunun %57.5'inin sosyal ağları kullanarak hocaları ve arkadaşları ile daha iyi iletişim kurduğunu; % 39.6'sının ise sosyal ağın bu durumu etkilemediği sonucu ortaya konulmuştur.

Cinsiyete Göre Alt Grupların Karşılaştırılması (Tablo 9) bağımsız iki grup t testi ile yapılmış ve sonuç olarak alt gruplar arasında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farka rastlanılmamıştır ($p>0,05$).

Table 2. Cinsiyet değişkenine göre sosyal ağlara sahip olunma süreleri

Cinsiyet	Instagrama Sahip Olma	Twitter'a Sahip Olma	Facebook'a Sahip Olma
	(N)	(N)	(N)
Kız	59	32	41
Erkek	113	90	101

Table 3. Yıl değişkenine göre Instagram'a sahip olma süresi

Yıl	f	%
2 Yıldan Az	78	45.3
2 Yıl	45	26.3
3 Yıl	30	17.4
3 Yıldan Fazla	19	11.0
Toplam	172	100

Table 4. Yıl değişkenine göre Twitter'a sahip olma süresi

Yıl	f	%
2 Yıldan Az	41	26.8
2 Yıl	54	34.3
3 Yıl	33	22.3
3 Yıldan Fazla	25	17.5
Toplam	172	100

Table 5. Yıl değişkenine göre Facebook'a sahip olma süresi

Yıl	f	%
2 Yıldan Az	41	26.8
2 Yıl	54	34.3
3 Yıl	33	22.3
3 Yıldan Fazla	25	17.5
Toplam	172	100

Table 6. En çok kullanılan sosyal ağ

Sosyal Ağ	f	%
Instagram	172	39.4
Facebook	152	28.6
Twitter	112	32.0

Table 7. Sosyal ağa bağlanırken en çok kullanılan cihaz

Cihaz	f	%
Akıllı Telefon	76	44.1
Tablet	34	19.7
Bilgisayar	11	6.6
Hepsi	51	29.6
Toplam	172	100

Table 8. Sosyal ağ ile arkadaş iletişimi

	f	%
Evet	99	57.5
Hayır	68	39.6
Kararsızım	5	2.9
Toplam	172	100

Table 9. Kız ve erkek öğrencilerin sosyal ağ kullanım süreleri

Cinsiyet	N	\bar{x}	Sd	S	T	P
Kız	87	2.0585	0.37857	0.06912	2.757	0.930
Erkek	85	3.1731	0.39789	0.09650		
Toplam	172					

Sosyal ağların insanların iletişimini, etkileşimini, işbirliğini, çalışmasını ve hatta öğrenme sürecini bile yeniden şekillendirdiği günümüzde, bu çalışmanın amacı ortaokul öğrenimine devam eden 5-6-7-8. sınıf öğrencilerinin sosyal ağ kullanımının analiz edilmesidir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada Kars ilinde bulunan bir devlet Ortaokulunun 5. sınıf A/B - 6.sınıf A/B - 7.sınıf A/B - 8. sınıf A/B öğrencileri üzerinde anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Toplanan anket sonuçları ilgili istatistiksel testler yardımı ile analiz edilmiştir. Ankete 85 kız, 87 erkek olmak üzere toplam 172 öğrenci katılmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmada ilgili modelin “ilişkisel tarama” türü tercih edilmiştir. Bu kapsamdan yola çıkarak; değişkenler arasındaki ilişkilerin düzeyi saptanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada veriler SPSS 24 programı ile analiz edilerek; öğrencilerin sosyal medyada ne amaçla vakit geçirdikleri ve

bu kullanımın öğrenciler üzerindeki etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular özetlendiğinde; cinsiyet değişkenine göre öğrencilerin sosyal ağlara sahiplik durumları; Instagram için, kız öğrencilerin 59'u erkek öğrencilerin 113'ü, Twitter için, kız öğrencilerin 32'si erkek öğrencilerin 140'ı ve Facebook için kız öğrencilerin 41'i erkek öğrencilerin 131'i olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre cinsiyet değişkeni açısından değerlendirildiğinde; sosyal ağlara sahiplik durumlarının erkek öğrenciler lehine olduğunu; Twitter sosyal ağ ortamının kız öğrenciler tarafından sıklıkla tercih görmediği ve erkek öğrencilerde ise bu durumun aksine Twitter'ın en çok tercih edilen sosyal ağ olduğu ortaya konulmuştur. Yıl değişkenine göre; Instagram sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci dikkate alındığında sıklığın “2 yıldan az” değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Instagramın son yıllarda sahiplik artışı gösteren bir sosyal ağ ortamı olduğu sonucu doğrulanmaktadır. Yıl değişkenine

göre; Twitter sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci dikkate alındığında sıklığın “2 yıldan” değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir. Yıl değişkenine göre; Facebook sosyal ağına sahip olma süresi incelendiğinde 172 öğrenci dikkate alındığında sıklığın “2 yıl” değişkeni lehine olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilere yapılan anket ile Instagram, Twitter ve Facebook ‘a sahip olma süreleri frekans analizi ile belirlenmiştir. Instagram’a sahip öğrencilerin daha fazla olduğu ve en çok kullanılan sosyal ağın da Instagram olduğu verilerine ulaşılmıştır. Öğrencilerin sosyal ağa ağlara bağlanırken en çok tercih ettikleri cihaz “akıllı telefonlar” olarak tespit edilmiştir. Akıllı telefonları sıralamada tabletler takip ederken tüm cihazlardan bağlantı durumlarının da sıklığı dikkat çekmiştir. Bir diğer sonuç; araştırma grubunun %57.5’inin sosyal ağları kullanarak hocaları ve arkadaşları ile daha iyi iletişim kurduğunu; % 39.6’sının ise sosyal ağın bu durumu etkilemediği sonucu ortaya konulmuştur. Cinsiyete Göre Alt Grupların Karşılaştırılması bağımsız iki grup t testi ile yapılmış ve sonuç olarak alt gruplar arasında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farka rastlanılmamıştır.

4. TARTIŞMA

Alan yazın incelendiğinde araştırmada elde edilen bulgular benzer çalışmalarla karşılaştırılmalıdır. Buna göre; Tuğlu (2017), araştırmasında ortaokul öğrencilerinin sosyal medyayı kullanım amaçları ve sosyal medya kullanımlarına ilişkin tutumları üzerine yapıkları çalışmanın sonuçlarına göre; öğrenciler sosyal medyayı en çok arkadaşlarıyla iletişim amacıyla kullandığı ve sosyal medya kullanımlarına ilişkin tutumlarında cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi ve okul türü demografik değişkenleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu ortaya konulmuştur. Börekçi vd., (2018) çalışmalarında ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin sosyal medya kullanım amaçlarını incelemişler sonuç olarak; sosyal medya uygulamalarından en çok kullanılan sosyal paylaşım sitesinin youtube ve Instagram olduğu, sosyal medya uygulamalarının her günü gün içinde 1-2 saat kullanıldığı sıklığı tespit edilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre aşağıdaki öneriler sunulmuştur;

- Sosyal ağların kullanımı velilere anlatılmalı, velilerin de öğrencileri sosyal ağ kullanımı doğrultusunda bilgilendirmesi sağlanmalıdır.
- Öğrencilerin sosyal ağları bilinçli kullanması için onlara öğretmen, aileleri ve daha da önemlisi alan uzmanları tarafından yönlendirmeler yapılmalıdır.
- Sosyal ağın işlevi öğrencilere anlatılmalı, daha doğru kullanımı yönünde öğrenciler özendirilmelidir.

- Ders kaynakları, ödevler, ders notları veya sınav sonuçlarının sosyal ağlar üzerinden paylaşılması konusunda öğrenciler bilinçlendirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Börekçi, G., Gözen, M., Biçici, S. ve Güler, S. (2018). Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin Sosyal Medya Kullanım Amaçları İncelenmesi. Konyaaltı Rehberlik Ve Araştırma Merkezi Psikolojik Danışma Ve Rehberlik Hizmetleri Bölümü. https://karam.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/07/20/974543/dosyalar/2019_01/28141920_KARAM_web_sitesine_Yzet_sosyal_medya-converted.pdf
- Hançer, A. H. & Mişe, H. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Sosyal Medyayı Eğitsel Amaçlı Kullanma Durumları ve Sosyal Medyaya Yönelik Tutumları. Folklor/Edebiyat, folklor/edebiyat, 18-30. DOI: 10.22559/folklor.923
- Koç, M. ve Karabatak, M. (2011). Sosyal Ağların Öğrenciler Üzerindeki Etkisinin Veri Madenciliği Kullanılarak İncelenmesi. 5. Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Pehlivanoğlu, M., K. ve Duru, N. (2015). Veri Madenciliği Teknikleri Kullanılarak Ortaokul Öğrencilerinin Sosyal Ağ Kullanım Analizi: Kocaeli İli Örneği. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3, 508-517.
- Statistica, Facebook Users Worldwide, (2017). <https://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users>
- Tuğlu, B. (2017). Ortaokul öğrencilerinin sosyal medyayı kullanım amaçları ve sosyal medya kullanımlarına ilişkin tutumları. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Webster, Frank (2006). Theories of the Information Society. 3rd Ed.Oxon: Routledge.



Kafkas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 16, Sayı 1, 1-46, 2023

Kafkas University
Institute of Natural and Applied Science
Journal
Volume 16 Issue 1, 1-46, 2023



Bu Sayının Hakem Listesi (Alfabetik Sıra)
The Refrees Liste of This Issue (in Alphabetical Order)

Hakem Kurulu / Reviewer Board

Ayşe ALKAN

Bahri GÜR

Barış KARTAL

Gökay AÇIKYILDIZ

Khalik G. GUSEİNOV

Metin ÇENGEL

Muhammed Arslan Omar

Mustafa KAPLAN

Nigar YILDIRIM AKSOY

Ruhşen ALDEMİR ENGİN

Serap ÇELEN

Vedat ADIGÜZEL

