



Türk Coğrafya Kurumu
Turkish Geographical Society

(basılı) ISSN 1302-5856
(elektronik) ISSN 1308-9773

TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ



Turkish Geographical Review
Revue Turque de Géographie
Türkische Geographische Zeitschrift



İstanbul-2023

Sayı:83

DEPREM ÖZEL SAYISI
EARTHQUAKE SPECIAL ISSUE

Türk Coğrafya Kurumu

TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW
REVUE DE GÉOGRAPHIE TURQUE
TURKISCHE GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT



Sahibi / The Owner

Türk Coğrafya Kurumu adına Başkan / *The president on behalf of Turkish Geographical Society*

Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL

Özel Sayı Editörleri/Special Issue Editors

Doç. Dr. Mehmet ŞEREMET (Baş Editör/*Editor-in-Chief*)

Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR (Eş Editör/*Co-Editor*)

Dergi Yayın Kurulu / Editorial Board Members

Barbaros GÖNENÇGİL (Istanbul University - Turkey)
Fenzhen SU (University of Chinese Academy of Sciences -China)
İbrahim SİRKECİ (Transnational Press London - UK)
İhsan ÇİÇEK (Ankara University - Turkey)
İhsan BULUT (Akdeniz University - Turkey)
Ian S. EVANS (Durham University - United Kingdom)
Josef KRECEK (Czech Technical University - Czech Republic)
Julian BRİGSTOCKE (Cardiff University - UK)
T. Ahmet ERTEK (Istanbul University - Turkey)
Maria PARADISO (University of Sannio in Benevento - Italy)
Martin HAİGH (Oxford Brookes University - UK)
Michael MEADOWS (University of Cape Town - Africa)
Naki AKÇAR (University of Bern - Switzerland)

Türk Coğrafya Dergisi, Haziran ve Aralık aylarında yılda iki kez online yayınlanmakta olup hakemli uluslararası bir dergidir. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir
Turkish Geographical Review is a peer-reviewed international journal, publishing two-issue a year (June and December). TGR's has been published online in both Turkish and English.

Dergideki yazıların içeriğinden yazarları sorumludur. Although it is a double-blinded academic journal, the authors have complete responsibility for the content of the papers.

ISSN

(Basılı) 1302-5856
(Elektronik) 1308-9773
Sürelî Yerel Yayın

Derginin Yayın Adresi / Journal's website

www.tcd.org.tr

İletişim / e-mail

editor@tcd.org.tr

Yayınlayan Kuruluşun Adresi / The address of publication institution

Türk Coğrafya Kurumu
Reşitpaşa Cad. No 44/49
Laleli/İSTANBUL

Ulusal ve Uluslararası İndeksler / Indexes

TÜBİTAK - ULAKBİM (TR Dizin)
Index Copernicus
Journal Seek
ASOS Index
Sobiad
Copernicus Master List (since 2020)

Kapak fotoğrafı / Picture in Cover Page

Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR

Kapak Dizaynı / Cover Page Design

Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL, Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR

Dergi formatı / The Journal Design

Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR

Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor

Doç. Dr. Mehmet ŞEREMET

Mizanpaj Editörü / The Print Editor

Arş. Gör. Onur HALİS

TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW
REVUE DE GÉOGRAPHIE TURQUE
TURKISCHE GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT

2023

Sayı/Volume: 83

İçindekiler/ Contents

Sayfalar/ Pages

Editörden / Editorial.....	1-6
<u>Araştırma Makaleleri / Original Articles</u>	
Cihan BAYRAKDAR, Onur HALİS, Ergin CANPOLAT, Mehmet Fatih DÖKER, Ferhat KESERCİ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi (Mw 7.6) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi <i>Tectonic geomorphology of the Çardak Fault surface rupture associated with the February 6, 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü earthquake (Mw 7.6)</i>
Hüseyin TUROGLU, Osman SARIGÜL	Geomorphological deformation examples induced by the February 06, 2023, Pazarcık earthquake (Kahramanmaraş, Türkiye) <i>06 Şubat 2023, Pazarcık (Kahramanmaraş, Türkiye) depreminin neden olduğu jeomorfolojik deformasyon örnekleri</i>
Fatih ADIGÜZEL	06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 Mw. ve Elbistan 7.6 Mw.) depremleri sonrası Kahramanmaraş şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin incelenmesi <i>06 february 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 Mw. and Elbistan 7.6 Mw.) earthquakes and investigation of particulate matter pollution in Kahramanmaraş city</i>
Yücel DİNÇ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası yeniden yapılanma sürecinde yere bağlılığın değerlendirilmesi: Antakya (Hatay) örneği <i>The evaluation of place attachment in the reconstruction process after the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes: The case of Antakya (Hatay)</i>
İskender DÖLEK, Rezzan EKİNCİ, Hamdi ALKAN, Aydın BÜYÜKSARAÇ, Yunus Levent EKİNCİ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında Muş ili ve çevresinin deprem tehlikesine yönelik bir değerlendirme <i>An assessment of earthquake hazard of Muş province and its surrounding after the 6 february 2023 Kahramanmaraş-centered earthquakes</i>
İskender DÖLEK, Taygun UZELLİ, İsmail EGE, Ömer ÇELİK	6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile oluşan kütle hareketlerine bir örnek: Tepehan Heyelanı <i>An example of mass movements caused by The Kahramanmaraş earthquake of February 6: Tepehan Landslide</i>
Merve SANDIKÇIOĞLU, Ali UZUN Belgin SOL, Serkan SABANCI	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye <i>Surface deformations caused by 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Gölbaşı Basin and their effects on settlements, Adıyaman/ Türkiye</i>
İrfan KAYGALAK	Kahramanmaraş depremlerinin demografik ve ekonomik etkilerinin coğrafi analizi <i>Geographical analysis of demographic and economic impacts of Kahramanmaraş earthquakes</i>
Muzaffer BAKIRCI, Müjde AYDOĞDU	Deprem ve ulaşım: Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinin ulaşımına ilişkin mekânsal yansımaları <i>Earthquake and transportation: Spatial reflections of Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) earthquakes on transportation</i>
Burcu TÜRKCAN, Gül Şerife HUYUGÜZEL KIŞLA, Çağla BUCAK	Deprem ve konut fiyatları ilişkisi: Konutlarda depreme dayanıklılık ekseninde İstanbul ve İzmir analizleri <i>Earthquake and house prices relationship: Analyses for Istanbul and Izmir in terms of earthquake resistance</i>
Galip USTA, Ramazan ASLAN, Fatma GÜNDÜZ, Ezgi ATALAY, İsmail Turgut PALA	On-Site evaluation of emergency response carried out after earthquakes with epicentral base Kahramanmaraş/ Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An observational Study <i>Türkiye'de merkez üssü Kahramanmaraş/ Pazarcık Elbistan olan depremler sonrası gerçekleştirilen müdahale ve iyileştirme çalışmalarının yerinde değerlendirilmesi: Gözlemsel çalışma</i>
Salih YILDIRIM, Ertuğrul Alper KURBAN	Deprem bilincinin oluşmasında coğrafi konulara ait sosyal medya paylaşımlarının incelenmesi <i>Investigation of social media posts on geographical issues in the formation of earthquake awareness</i>

Kevser ARSLAN, Asli GÖRGÜLÜ ARI, Meryem HAYIR KANAT	Ortaokul öğrencilerine yönelik deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirme çalışması <i>Earthquake literacy scale development study for secondary school students.....</i>	163-178
Mutlu YILMAZ, Merve ALTUNDAL ÖNCÜ, İsmet GÜNEY, Ersin ATEŞ, Dünder DAĞLI	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde ortaya çıkan molozların yönetimi için CBS ile uygun arazilerin tespit edilmesi: Hatay ili örneği <i>Determining suitable lands for demolition waste management with GIS in the Kahramanma- ras earthquakes on February 6, 2023: Case study of Hatay province.....</i>	179-193

EDİTÖRDEN EDITORIAL

TCD 3.Özel Sayısı: 2023 Türkiye Depremi

Değerli Türk Coğrafyası Deprem Özel Sayı Okurları,

83. Sayımız olan 2023 Aralık Türkiye Deprem Özel Sayısı, iki farklı türde yani araştırma ve derleme olmak üzere toplamda 14 tane araştırma ve derleme makalesi içermektedir. Bu sayıda yayınlanacak olan bu on dört makalenin şu alanlardan geldiği görülmektedir: eğitim, beşerî ve fiziki coğrafya, bölgesel ve kentsel planlama, jeoloji ve jeofizik. Bu durum, her zamanki gibi multidisipliner bir yaklaşım sunan Türk Coğrafya Dergisi'nin bunu deprem özel sayısında da başardığının önemli bir kanıtıdır. Bu multidisipliner yayın içeriğinin depremlerin yıkıcı etkilerini azaltmak için önemli bir katkı sunacağı ve bir rol üstleneceği düşünülmektedir.

Deprem özel sayımızın yayına dönüştürülmesi sürecinde bize desteğini esirgemeyen TCK yeni başkanı Prof.Dr.Barbaros Gönencgil'e, sürecin bütün aşamalarında katkı ve yardımlarını sunan ve birlikte yakın işbirliği içinde çalıştığımız dergimizin baş editörü Doç. Dr. Cihan Bayrakdar'a, mizanpaj editörümüz Arş.Gör. Onur Halis'e, mizanpaj sürecinde önemli desteklerini sunan Mahsum BOZDOĞAN ve Fatih DARICI ile tüm yayın kurulu üyelerimize teşekkürü bir borç biliriz. Öte yandan değerli meslektaşlarımıza dergimize sundukları değerli çalışmalarıyla katkılarından dolayı ve yoğun bilimsel emek ve zaman harcıyarak çalışmaların yayına dönüştürülmesi sürecinde emeği geçen tüm hakemlerimize de ayrıca teşekkür ederiz.

Bu sayımızdaki yayınlarımızı geleceğe dair beklentilerin, kavramsal tartışmaların, özgün disiplinlerarası ve multidisipliner araştırmaların filizlenmesi ümidiyle okuyacağınızı düşünerek; gelecek özel sayılarda yeni yazılarla birlikte olmak dileğiyle, mutlu seneler diliyoruz...

Doç.Dr.Mehmet ŞEREMET & Doç.Dr.Cihan Bayrakdar
TCD Deprem Özel Sayısı Editörleri
Aralık, 2023
Van, Türkiye

TGR Special Issue III: Turkey 2023 Earthquake

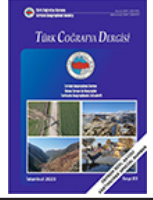
Dear Colleagues,

The December Turkey Earthquake Special Issue of 2023 comprises a grand total of fourteen research and review articles, which fall into two distinct categories. It appears that the following disciplines provided the fourteen articles: education, human and physical geography, regional and urban planning, geology, and geophysics. This has also been accomplished in this special issue of the Turkish Geography Magazine devoted to earthquakes, which, as usual, takes a multidisciplinary approach. There is a consensus that this circumstance will significantly contribute to the mitigation of the detrimental consequences of earthquakes.

Our gratitude goes to the newly elected president of the Turkish Geographical Society, Prof.Barbaros Gonencgil and the TGR's editor-in-chief Assoc.Prof.Dr. Cihan Bayrakdar, for their unwavering support during the publication of our special issue, and I wish to extend my sincere appreciation to our layout editor, Res. Asst. Onur Halis and every member of our editorial board. Plus, I would like to extend my gratitude to our distinguished colleagues for their valuable studies that were published in our journal, as well as to all the referees who invested significant scientific effort and time in facilitating the process of transforming those studies into publications.

We encourage you to peruse the articles included in this issue of our journal in the hope that they will inspire future ideas, conceptual dialogues, and groundbreaking interdisciplinary and multidisciplinary research. We look forward to collaborating with you on additional articles for future special issues...

*Assoc. Prof. Dr. Mehmet Şeremet & Assoc.Prof.Dr.Cihan Bayrakdar
Editors of TGR Earthquake Issue
December 2023/Van-Turkey*



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi (Mw 7.6) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi

Tectonic geomorphology of the Çardak Fault surface rupture associated with the February 6, 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü earthquake (Mw 7.6)

Cihan Bayrakdar ^a Onur Halis ^{a*} Ergin Canpolat ^b M. Fatih Döker ^c Ferhat Keserci ^a

^a İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye.

^b Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Hatay, Türkiye.

^c Sakarya Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Sakarya, Türkiye.

ORCID: C.B. 0000-0001-5542-700X; O.H. 0000-0002-0643-2651; E.C. 0000-0003-2123-3551; M.F.D. 0000-0002-0414-0428 F.K. 0000-0002-8653-6177

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 12.04.2023

Kabul/Accepted: 02.05.2023

Anahtar Kelimeler:

Çardak Fayı

Yüzey kırığı

Tektonik jeomorfoloji

Web tabanlı haritalama

İHA

Keywords:

Çardak Fault

Surface rupture

Tectonic geomorphology

Web-based mapping

UAV

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(O.Halis) onurhalis@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1281680



Atf/Citation:

Bayrakdar, C., Halis, O., Canpolat E., Döker, M.F., & Keserci F. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi (Mw 7.6) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 7-22.
<https://doi.org/10.17211/tcd.1281680>

ÖZ / ABSTRACT

6 Şubat 2023 saat 13:24'te moment büyüklüğü 7.6 (Mw) olan Ekinözü depremi, sol yanal atımlı Çardak Fayı üzerinde gerçekleşmiştir. Çardak Fayı üzerinde 105 km uzunluğunda yüzey kırığı oluşan bu deprem, Kahramanmaraş ilinin Göksun ilçesinden doğuda Malatya ilinin Doğanşehir ilçesine bağlı Bıçakçı'ya kadar takip edilebilmiş ve haritalanmıştır. Deprem sonucunda oluşan yüzey kırığı üzerinde fayın karakterini yansıtan 8 metreye varan sol yanal ötelenmelerin yanı sıra 3-5 metre düşey atımların da geliştiği saptanmıştır. Çardak Fay Zonu içerisinde yüzey kırığı ile birlikte yanal yayılmalar, çek-ayır havzalar, fay diklikleri ve köstebek yapıları gibi yüzey deformasyonları da gelişmiştir. Çardak Fayı'nın yüzey kırığı ilk olarak Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından deprem sonrası çekilen hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile tespit edilmiş ve sonrasında 14-20 ve 26-27 Şubat 2023 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmaları ile teyit edilmiştir. Fayın jeomorfolojik izleri lazermetre yardımıyla yerden, insansız hava araçları (İHA) ile havadan hassas bir şekilde ölçülerek haritalandırılmıştır. Ayrıca çalışmada toplanan veriler coğrafi veri servisi olarak bulut ortamında depolanarak web tabanlı haritalar (Cbskampus, 2023) ile araştırmacıların kullanımına sunulmuştur.

On February 6, 2023 at 13:24, an earthquake with a moment magnitude of 7.6 (Mw) occurred on the left-lateral strike-slip Çardak Fault. This earthquake, which created a 105 km long surface rupture on the Çardak Fault, could be traced and mapped from Göksun district of Kahramanmaraş province to Bıçakçı in Doğanşehir district of Malatya province in the east. The surface rupture produced left-lateral offsets of up to 8 meters and vertical displacements of 3-5 meters, which reflect the character of the fault. Within the Çardak Fault zone, surface deformations such as lateral spreads, pull-apart basins, fault scarps, and mole tracks also developed. The surface rupture of the Çardak Fault was firstly detected by the General Directorate of Mapping (GGM) with aerial photographs and satellite images taken after the earthquake and then confirmed by field works conducted between February 14-20 and 26-27, 2023. The geomorphologic traces of the fault were precisely measured and mapped from the ground with laser meters and from the air with unmanned aerial vehicles (UAVs). In addition, the data collected in the study were stored in the cloud environment as a geographic data service and made available to researchers with web-based maps (Cbskampus, 2023).

Extended Abstract

Introduction

According to Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) data, 7.7 (Mw) magnitude earthquake occurred near Pazarcık (Kahramanmaraş) on February 06, 2023 at 04:17 national time. On the same day nine hours later the second earthquake with a magnitude of 7.6 (Mw) occurred near Ekinözü (Kahramanmaraş) at 13:24. The second earthquake occurred on the left lateral strike-slip Çardak Fault, one of the northern branch segments of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) (Figure 1). The last large earthquake produced by the fault segments which close to Elbistan was magnitude 6.8 in 1544 (Ambraseys, 2009; Duman & Emre, 2013; Balkaya et al., 2021).

The fact that the 7.6 (Mw) magnitude earthquake that occurred on the Çardak Fault created a 105 km long surface rupture is a remarkable issue in terms of tectonic geomorphology. In this study, it was aimed to measure the amount of surface rupture and surface offset of the earthquake, to investigate and map the deformations it created in its immediate vicinity.

The active tectonic field in the Eastern Mediterranean Basin is shaped by the collision between the Arabian and African Plates and the Eurasian Plate (Figure 1). Due to the faster northward movement of the Arabian Plate compared to the African Plate, crustal thickening and compression in Eastern Anatolia was more pronounced (Koçyiğit, 1984; Şengör & Yılmaz, 1981; Bozkurt, 2001; Barka et al., 1987). This compression regime, which was initially compensated by east-west oriented folds and thrusts in Eastern Anatolia, led to the development of lateral faulting in the Upper Miocene. Thus, Eastern Anatolia and Dead Sea Faults were formed. The Çardak Fault, which is the subject of this study, is the northern branch of the Eastern Anatolian Fault and is defined by Balkaya et al. (2021) as a seismically active, left-lateral strike-slip fault with a length of 85 km extending roughly D-W between Göksun and Nurhak districts of Kahramanmaraş.

Method and Material

The data sources of the study consist of topography maps with scales of 1:25,000 and 1:5,000 and Digital Elevation Models (DEM) obtained from these maps, geological maps with a scale of 1:500,000, GPS and laser meter measurements, Satellite Images and maps produced as a result of field work. In addition, unmanned aerial vehicles (UAVs) were used to produce maps suitable for the purpose with elevation data with a sensitivity of less than 1 meter from orthophotos at key locations in the field.

The surface rupture of the Çardak Fault was first detected with aerial photographs and satellite images taken by the General Directorate of Mapping (HGM) after the earthquake and shared on <https://atlas.harita.gov.tr> and HGM Küre applications, and then confirmed by field works carried out between February 14-20 and 26-27, 2023. In addition, the data collected in the study were stored in the cloud environment as a geographic data service and made available to researchers with web-based maps.

Results and Discussion

On February 6, 2023, an earthquake of Mw 7.6 occurred near Ekinözü settlement in Kahramanmaraş on the Çardak Fault. After the evaluations made on field observations and aerial photographs, it was determined that the whole of the Çardak Fault was ruptured because of the earthquake. In the section from sought of Göksun to Bıçakçı in the east, the surface rupture could be traced and mapped for 105 km. Additionally, the surface rupture caused by the Ekinözü earthquake can be traced discontinuously and independently from the Çardak Fault eastward to Bıçakçı and up to 35 km northeast of Doğanşehir through aerial photographs and satellite images.

In the scope of the study it was determined that left lateral displacements of up to 8 meters, reflecting the character of the fault, as well as vertical displacements between 3-5 meters developed on the surface rupture formed as a result of the earthquake. Along with the surface rupture, surface deformations such as lateral spreading, pull-apart basins and fault steepness have also developed within the Çardak Fault Zone.

While AFAD and Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute (KOERI/KRDAE) show the epicenter near Ekinözü to the north of the fault, USGS shows a point just south of the Çardak fault. As a result of our observations in the field, at the point where the surface rupture was detected in the south of Aşağıçmeler, surface ruptures with circular geometry were observed in addition to the parallel linear extension unlike the other regions. In addition, vertical displacement close to 5 meters on the slope were also observed. This complex geometric structure and intense fracture systems suggest that the epicenter of the earthquake may be in this part.

Within the scope of the study, the highest horizontal displacement was measured 2 km west of the epicenter of the earthquake in the south of Aşağıçmeler (8 m). This value is larger than the horizontal displacements (6.5-7 m) generated by the first earthquake of Mw 7.7. In addition to the left lateral displacement on the surface rupture of the Çardak Fault, vertical displacements were also observed in some localities. These vertical displacement are shown in the form of uplift of the south block west of the epicenter, while the north block is uplifted east of the epicenter. This situation also shows that the east and west of Ekinözü are skewed in opposite directions.

In understanding the characteristics of faults, it is very important to identify and map the landforms formed by the fault while they are still fresh. In this study, the surface rupture of the Çardak Fault was mapped and the location of the fault's rupture and termination was tried to be determined by field observations. Our preliminary results indicate that the Çardak Fault is completely ruptured.

1. Giriş

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre 06 Şubat 2023 tarihinde ulusal saat ile 04:17'de Pazarcık (Kahramanmaraş) yakınlarında merkez üssü 37,288K- 37,043D

ve odak derinliği 8,6 km olan 7.7 (Mw) büyüklüğünde deprem meydana gelmiştir. Bu yıkıcı deprem ile aynı gün saat 13:24'te ise Ekinözü (Kahramanmaraş) yakınlarında merkez üssü 38,089 K- 37,239 D, odak derinliği 7,0 km olan 7.6 (Mw) büyüklüğünde ikinci bir deprem meydana gelmiştir. 7.6 (Mw) büyüklüğündeki ikinci deprem sol yanal atımlı Çardak Fayı üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 1). Elbistan'da deprem üreten fay segmentlerinin en son ürettiği büyük deprem 1544'te 6.8 büyüklüğündedir (Ambraseys, 2009; Duman & Emre, 2013; Balkaya vd., 2021). Bu depremin Elbistan'da büyük bir yıkıma yol açtığı ve artçıların 6 ay devam ettiği belirtilmektedir (Ambraseys, 1989). Buradan hareketle bu yörenin büyük depremler açısından yaklaşık 480 yıllık bir suskunluğu olduğu anlaşılmaktadır. 06 Şubat 2023 tarihindeki bu iki depremin ana şoku, 24.03.2023 tarihine kadar Mw 6 üzerinde 2, Mw 5 ve üzerinde ise 47 deprem olmak üzere toplamda 19.000 üzerinde artçı deprem yaratmıştır. Ana depremler ve artçıları 10 ilimizde can, mal ve doğal kaynak kayıplarına neden olmuştur. İlk depremin gerçekleştiği Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Karasu, Pazarcık ve Erkenek segmentlerinde Karabacak vd. (2023) tarafından elde edilen ön sonuçlara göre yüzey kırığı uzunluğu 270 ± 10 km tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada sol yanal doğrultu atımlı faylanma sonucunda maksimum yatay yer değiştirme 7.30 m ve ortalama yer değiştirme 3.00 m ölçülmüştür (Karabacak vd., 2023).

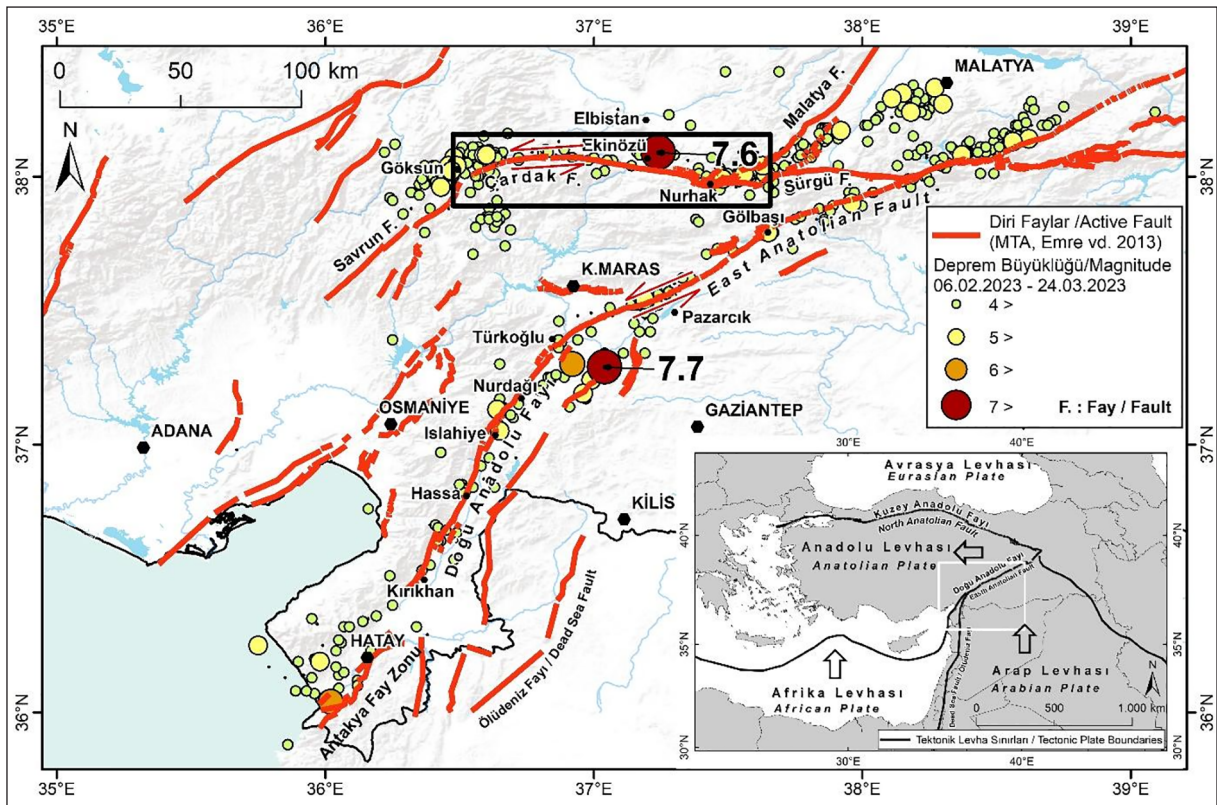
Wells ve Coppersmith (1994) tarafından 7.6 büyüklüğündeki bir depremin en az 70 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturması gerektiği belirtilmiştir. Çardak Fayı üzerinde de meydana gelen 7.6 (Mw) büyüklüğündeki depremin 105 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturması tektonik jeomorfoloji açısından dikkate değer bir konu olup, bu çalışmada depremin yüzey

kırığı ve yüzey atım miktarlarının ölçülmesi, yakın çevrede oluşturduğu deformasyonların araştırılması ve haritalanması hedeflenmiştir.

Depreme neden olan faylar mikro ve/veya makro morfolojiler oluştururlar. Özellikle tektonik hareketler sonucunda oluşan küçük boyutlardaki (mikro) yer şekilleri erozyonel süreçler ve antropojenik etkilerle hızlı bir şekilde aşınmakta ya da tamamen kaybolmaktadır. Bu nedenle fayların karakteristik özelliklerinin anlaşılmasında fayın oluşturduğu yer şekillerinin henüz tazeliğini korurken tespit edilmesi ve haritalandırılması önemlidir. Bu kapsamda depremin ardından (i) yüzey kırığının haritalanması, (ii) atım miktarlarının yerinde ölçülmesi, (iii) fay geometrisine bağlı oluşan şekillerin değerlendirilebilmesi amacıyla arazi çalışması ve analizlere gereksinim duyulmuştur. Bu amaçla 14-20 ve 26-27 Şubat 2023 tarihleri arasında ikinci depremin gerçekleştiği Çardak Fayı üzerindeki Göksun-Ekinözü-Nurhak bölgelerinde deprem sonrasında tarihlendirilmiş olan uzaktan algılama verileri ile belirlenen alanlara arazi çalışmaları düzenlenerek jeomorfolojik gözlemler, ölçümler ve haritalamalar yapılmıştır.

2. Tektonik Yapı

Doğu Akdeniz Havzası'ndaki aktif tektonik saha, Arabistan-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma ile şekillenmektedir (Şekil 1). Arabistan levhasının Afrika levhasına göre daha hızlı kuzeye hareketi nedeniyle Doğu Anadolu'daki kabuk kalınlaşması ve sıkışma daha belirgin gerçekleşmiştir (Koçyiğit, 1984; Şengör & Yılmaz, 1981; Bozkurt, 2001; Barka vd., 1987). Bu kalınlaşma ve sıkışma hareketi yaklaşık 12 Milyon yıl önce başlamıştır (Şengör, Görür & Şaroğlu 1985; Dewey



Şekil 1. Türkiye ve yakın civarındaki tektonik levhalar ile Doğu Anadolu Fay Zonu'nu oluşturan diri faylar (Maden Tetik ve Arama (MTA), Emre vd., 2013) ve 6 Şubat - 24 Mart 2023 arasındaki artçı depremlerin dağılımı (AFAD, 2023).

Figure 1. Tectonic plates in and around Turkey and active faults forming the Eastern Anatolia Fault (General Directorate of Mineral Research And Exploration (MTA), Emre et al. 2013) and the distribution of aftershocks between February 6 and March 24, 2023 (AFAD, 2023).

vd., 1986). Nitekim Avrasya ve Arap Plakalarının çarpışması ile Doğu Anadolu Fay sisteminin oluşum zamanı, Bitlis-Zargos bindirme zonundan ilk kez elde edilen apatit fizyon iz yaşlarına göre 18 ile 13 Milyon yılları arasına işaret etmektedir (okay vd. 2010).

Doğu Anadolu'da önceleri doğu-batı eksenli kıvrım ve bindirmelerle telafi edilen bu sıkışma rejimi Üst Miyosen ile birlikte yanal atımlı faylanmaların gelişmesine neden olmuştur. Böylece Doğu Anadolu ve Ölü Deniz Fayları oluşmuştur. Ölü Deniz Fayı, Kızıldeniz-Akabe Körfezi'nden başlayan ve kuzeyde Türkoğlu'nda Doğu Anadolu Fayı ile kesişen bir tektonik yapıdır (Yurtmen vd., 2002).

Allen (1969) tarafından adlandırılan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ise ilk olarak Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından haritalanmıştır. Över vd. (2004)'e göre DAFZ, Kuzey Anadolu Fay Zonu ile birleştiği Karlıova üçlü kavşağından güneybatıya doğru yaklaşık 600 km boyunca Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleştiği Antakya yakınlarındaki Kahramanmaraş üçlü kavşağına kadar uzanır. DAFZ'nin kuzey kolu Sürgü, Çardak, Savrun, Çokak ve Toprakale segmentlerinden ve güney kolu Gölbaşı, Amanos segmentleri ile Engizek Fay Zonu, Kahramanmaraş Fay Zonu ve ÖDFZ'nun Narlı segmentlerinden oluşmaktadır (Palutluoğlu & Şaşmaz, 2017).

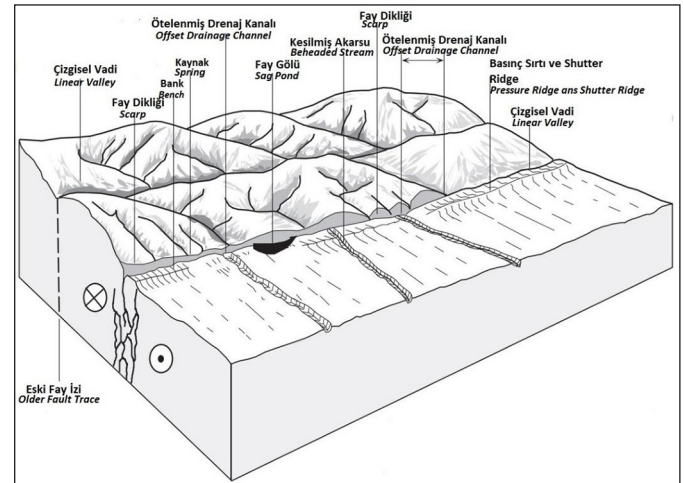
Bu çalışmaya konu olan Çardak Fayı, Doğu Anadolu Fayı'nın kuzey kolu olup Balkaya vd. (2021) tarafından Kahramanmaraş'ın Göksun ilçesi ile Nurhak ilçeleri arasında kabaca D-B uzanan 85 km uzunluğunda sismik olarak aktif, sol yanal atımlı bir fay olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1). Duman ve Emre (2013) Çardak Fayı'na bağlı Barış ve Gözpınarı arasındaki geniş alüvyon yelpazelere gömülmüş nehirlerin kümülatif olarak sol yanal ötelenme miktarlarının 100 ile 135 m arasında değiştiği belirtilmektedir.

Çardak Fayı'nın da parçası olduğu Doğu Anadolu Fay Zonu 20. yy'da 19. yy'la nazaran depremsellik aktivitesi açısından nispeten daha durgun bir periyod geçirmiştir (Ambraseys 1989; Nalbant vd., 2002). Bulut vd. (2012) çalışmalarında DAFZ'nin uzun yıllardır büyük deprem üretmeme potansiyelini yani sismik durgunluğunu, fayın kilitli olmasıyla açıklamışlardır. Fay boyunca görülen DAFZ'nin mikro ve orta büyüklükteki depremlerinin birkaç gün içerisinde ana faydan bitişik fay segmentine sistematik olarak transfer edildiğini, fayın ana ve tali kolları arasında etkileşimin varlığı şeklinde önermişlerdir. Yapılan çalışmalarda DAFZ boyunca mevcut kayma hızlarının GPS ve jeolojik bulgulara göre 6-10 cm olarak tespit edilmiştir (Taymaz vd., 1991; McClusky vd., 2000; McKenzie, 1972; Örgülü vd., 2003; Reilinger vd., 2006; Şaroğlu vd., 1992).

3. Doğrultu Atımlı Faylar ve Oluşturduğu Jeomorfolojik Şekiller

Çalışmaya konu olan Çardak Fayı, sol yanal atımlı bir fay olup doğrultu atımlı faylarda görülen yüzey şekillerinin birçoğunun arazide gözlemlenebildiği tektonik jeomorfoloji bakımından laboratuvar niteliğinde bir sahadır. Doğrultu atımlı faylar maksimum basınç gerilmelerinin yatay olduğu ve yatay yönelimli deviatorik çekme gerilmesinin bulunduğu yerlerde gelişme eğilimi göstermektedir (Anderson & Burbank 2011). Bu yapı

temel olarak gerilmenin yatay/yataya yakın ve paralel olduğu, ancak birbirine zıt yönlerde hareket eden iki kabuk bloğunun olduğu kesimlerde görülmektedir (Sylvester, 1988). Bu fayların zaman içerisindeki aktiviteleri neticesinde önemli büyüklüklerde depremler ortaya çıkabilmektedir. Buna bağlı olarak ise depremler ve/veya sismik aktiviteler önemli jeomorfolojik şekillerin gelişimine neden olabilmektedir (Şekil 2). Doğrultu atımlı fayların sismik etkinliğinin en belirgin özelliği veya yakın zamanda aktif olan doğrultu atımlı faylar üzerinde gelişen jeomorfolojik yapılar yapısal ve topoğrafik doğrusalılıklarıdır (Noble, 1927; Willis, 1937; Biç, 1959; Allen, 1962, 1965). Doğrultu atımlı fayların aktif nitelikli önemli örneklerini Kuzey Amerika'nın batı kıyılarındaki San Andreas, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları oluşturmaktadır. Bu fay hatları boyunca gelişen topoğrafik doğrusalılıklar boyunca akarsular, doğrusal vadiler oluşabilmektedir (Braun & Sambridge, 1997). Bu gelişen doğrusal hatların kenar kısımlarında ortaya çıkan gerilme çatlakları ve kabarmalar neticesinde uygun topoğrafik boşluklar boyunca fay gölleri (sag pond), (Steinbrugge vd., 1960; Rogers & Nason, 1971; Zhang vd., 1986, 1987), basınç sırtları (pressure ridge) (Gilbert, 1907; Lawson vd., 1908; Noble, 1927; Davis, 1927; Wallace, 1949), "rift" şekilli kapalı çöktürler (Gilbert, 1907; Fairbanks, 1907; Anderson & Burbank, 2011), fay boyunca çukurlar ve toprak yapısında deformasyonlar (Fairbanks, 1907; Allen vd., 1960; Vedder & Wallace, 1970; Wallace, 1976; Sylvester, 1988), fay düşey bileşene sahip ise fay dikliği (fault scarp) veya fay façetaları ve bunların çevresinde su kaynakları (springs) meydana gelebilmektedir (Şekil 2). Tüm bu jeomorfolojik özellikler, fayların tanımlanmasında ve tarihlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Higgins, 1961; Allen, 1962, 1965; Wallace, 1976; Patterson, 1979; Peltzer vd, 1988; Anderson & Burbank, 2011).



Şekil 2. Doğrultu atımlı faylarda gelişen temel jeomorfolojik şekiller (Anderson & Burbank, 2011'den düzenlenerek).

Figure 2. Main geomorphologic features developed on strike-slip faults (modified from Anderson & Burbank, 2011).

4. Yöntem

Çalışmanın veri kaynaklarını, 1:25.000 ve 1:5.000 ölçekli topografya haritaları ve bu haritalardan elde edilen Sayısal Yükselti Modelleri (SYM/ DEM), 1:500.000 ölçekli jeoloji haritaları, GPS ve lazermetre ölçümleri, Uydu Görüntüleri ve arazi çalışmaları sonucunda üretilen haritalar oluşturmaktadır. Ayrıca insansız hava araçları (İHA) ile sahanın anahtar yerlerinde ortofotolardan 1 metrenin altında hassasiyete sahip yükselti

verisi ile amaca uygun haritalar üretilmiştir.

Çardak Fayı'nın yüzey kırığı ilk olarak Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından deprem sonrası çekilen ve <https://atlas.harita.gov.tr> ve HGM Küre uygulamalarında paylaşılan hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile tespit edilmiş ve sonrasında 14-20 ve 26-27 Şubat 2023 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmaları ile teyit edilmiştir (Şekil 3). Özellikle doğrultu atımlı Çardak Fayı'nın jeomorfolojik izleri lazermetre yardımıyla yerden, insansız hava araçları (İHA) ile havadan hassas bir şekilde ölçülerek haritalandırılmıştır. Arazi çalışmalarında İHA'lar araziye farklı açılardan fotoğraflamakta kullanıldığı gibi anahtar lokalitelerde elde edilen ortofotolar ile yüksek çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modelleri (SYM) üretilmesine de olanak sağlamıştır. Bir metrenin altında (20-30 cm) çözünürlük sunması ve SYM üretimini mümkün kılması ile yüzey kırıkları hassas bir şekilde haritalandırılabilmiştir (Şekil 3). Bu kapsamda 2.5 km²'lik alanın SYM verisi üretilerek, yüzey kırığına ait 9 farklı lokalitede analizler gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında ulaşılmaması zor olan lokaliteler için bu yüksek çözünürlüklü SYM üzerinden yanal ötelenme miktarları ölçüldüğü gibi düşey atım ölçümleri için de topoğrafik profiller oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında Çardak Fayı'nın yüzey kırığı üzerindeki yanal ve dikey atım miktarlarında hata payları da eklenmiştir. Hata paylarının hesaplanmasında lazermetre ile arazide yapılan ölçümler için $\pm 0.2m$, İHA ile edilde edilen ortofotolardan üretilen sayısal yükseklik modellerinden yapılan ölçümlerde $\pm 0.5m$ ve HGM ortofotoğraflarından yapılan ölçümlerde ise $\pm 1m$ hata payları eklenmiştir. Lazermetre ölçümleri oldukça hassas olup maksimum $\pm 1,5mm$ hata payı ile ölçüm yapmaktadır. Fakat arazide atımın başlangıç ve bitim noktalarının mm hasiyetinde belirlenmesinin zor olması nedeniyle 20cm hata payının makul olacağı düşünülmüştür. İHA ile edilde edilen sayısal yükseklik modellerinde ise 25cm yersel çözünürlükte veri üretilmiştir. Bu nedenle İHA verilerinden elde edilen ölçümler için 50 cm hata payı verilmiştir. HGM ortofotoğrafları için ise 1 m hata payı verilmiştir.

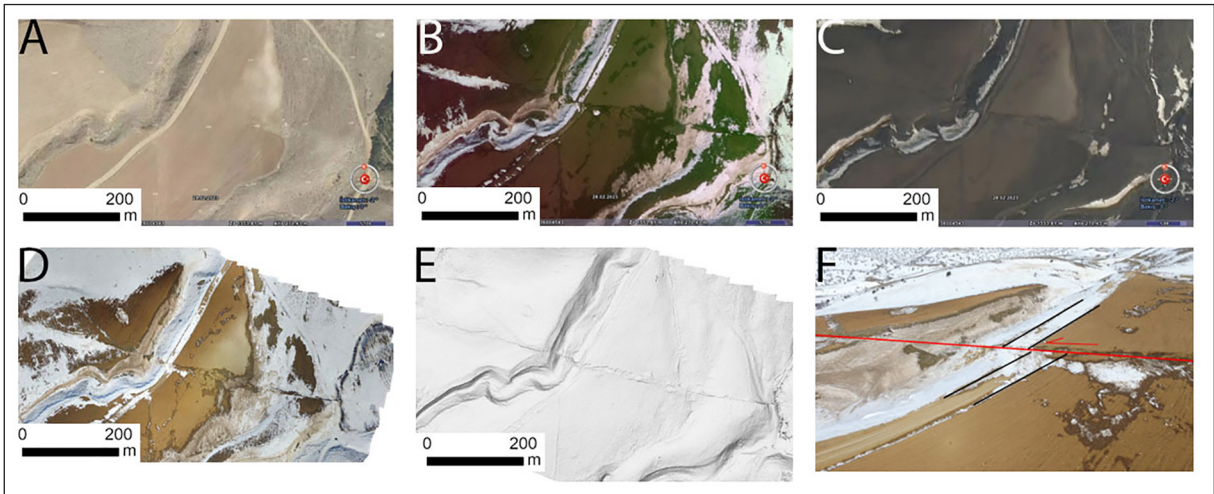
Arazi çalışması sırasında veri toplama süreci ve örnek lokas-

yonlar saha çalışması öncesinde hazırlanan web tabanlı haritalar yardımı ile yapılmıştır. Veri toplamaya yönelik web haritaları, mobil cihazlar ile çalışanların sahada veri toplamasına ve incelemeler yapmasında önemli kolaylıklar sağlamıştır. İlgili web haritalarının arazide kullanımı için ArcGIS Online platformunun bir hizmeti olan ArcGIS Field Maps kullanılmıştır. ArcGIS Field Maps Esri (2023a) tarafından geliştirilen ve Android, iOS ve Windows platformları için kullanılabilen bir mobil haritalama uygulamasıdır. Bu uygulama, sahada çevrimdışı ve çevrimiçi operasyonlara olanak tanıyarak, GPS uydularını kullanarak veya yalnızca haritadan elle veri girerek haritalama olanağı sunar (Nowak vd., 2020).

Çalışmada toplanan veriler coğrafi veri servisi olarak bulut ortamında depolanarak araştırmacıların kullanımına sunulması hedeflenmiştir. Günümüzde geleneksel masaüstü CBS uygulamaları birçok kullanıcının coğrafi bilgi ve mekânsal veri işleme ihtiyaçlarını karşılamada yetersizdir. Çünkü CBS yazılımı bilgisayara kurulum ve veriler bu bilgisayarda depolanır (Bandibas & Takarada, 2019). Bulut bilişimin gelişimi ile birlikte güçlenen Web CBS araçları ise verilerin internet ortamında depolanmasına, web ve mobil uygulamalar ile son kullanıcıya ulaştırılmasına imkân sağlamaktadır. Çalışma kapsamında arazi çalışması gözlem noktaları, yüzey kırıkları ve fay atımları Web Feature Service (WFS) olarak ArcGIS Online ortamına aktarılmıştır. ArcGIS Online, internet erişimi olan herhangi bir cihazdan erişilebilen, interaktif web haritaları ile web-mobil uygulamalar oluşturmaya olanak tanıyan bulut tabanlı bir servistir (SaaS).(Esri 2023 b). WFS ise mekansal verilerin sorgulanabildiği ve güncellenebildiği vektör verileri veya meta verileri web üzerinden paylaşmak için kullanılan bir protokoldür. WFS'lerin yayınlanmasının ardından web uygulaması için gerekli olan web haritası oluşturulmuştur. Son olarak, web uygulaması ilgili web haritasının eklenmesi, kullanıcı arayüzünün, parametrelerin ve araçların ayarlanmasıyla Web AppBuilder üzerinde geliştirilmiştir.

5. Bulgular

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta gerçekleşen ikinci deprem Ekinözü ilçesi yakınlarında 13:24'te ve Mw 7.6 büyük-



Şekil 3. Yüzey kırığının haritalamasında kullanılan veriler: Deprem öncesi (A) ve sonrası (B) HGM tarafından çekilen hava fotoğrafları ile Göktürk 2' ye ait uydu görüntüleri (C). İHA ile elde edilen ortofotolar (D) ve bu ortofotolardan üretilen yüksek çözünürlüklü gölgelendirme (E) haritaları (hillshade) ile İHA ile yüzey kırığının oblik fotoğrafları (F).

Figure 3. Data used for mapping the surface rupture: Aerial photographs taken by HGM before (A) and after (B) the earthquake and satellite images of Göktürk 2 (C). Orthophotos obtained by UAV (D) and high resolution hillshade maps (hillshade) produced from these orthophotos (E) and oblique photographs of the surface rupture by UAV (F).

lüğünde Çardak Fayı üzerinde gerçekleşmiştir. Arazi gözlemleri ve hava fotoğrafları üzerinde yapılan değerlendirmeler sonrasında Çardak Fayı'nın tamamının kırıldığı tespit edilmiştir. Göksun'un güneyinden doğuda Bıçakçı'ya kadar olan kesimde yüzey kırığı 105 km kadar takip edilebilmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4). Yine Ekinözü depreminin oluşturduğu yüzey kırığı Bıçakçı'nın doğusunda Çardak Fayı'ndan bağımsız olarak kesintiler halinde Doğanşehir'in kuzeydoğusuna 35 km kadar da hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden takip edilebilmektedir.

Çardak Fayı kabaca doğu – batı doğrultusunda uzanmakta olup doğuda Bıçakçı yakınlarında 1100 metrelerde Tatlar Çayı'nı 10 km kadar ötelemiştir. Batıya doğru ise Nurhak Dağı'nın (3081m) güney eteklerinden geçerek 23 km uzunluğundaki tektonik hat boyunca Ceyhan Nehri'ne kadar uzanmaktadır. Fay bu kısımda Ceyhan Nehri'ni 12 km kadar öteleyerek batıya doğru tektonik bir sırt boyunca devam eder. Fay hattı, daha batıda Çardak köyünün güneyinden güneybatıya Berit Dağı'nın (3027m) kuzey yamacında fay diklikleri oluşturarak Göksun Ovasına (1330 m) kadar 36 km boyunca devam edip sonlanmaktadır (Şekil 4).

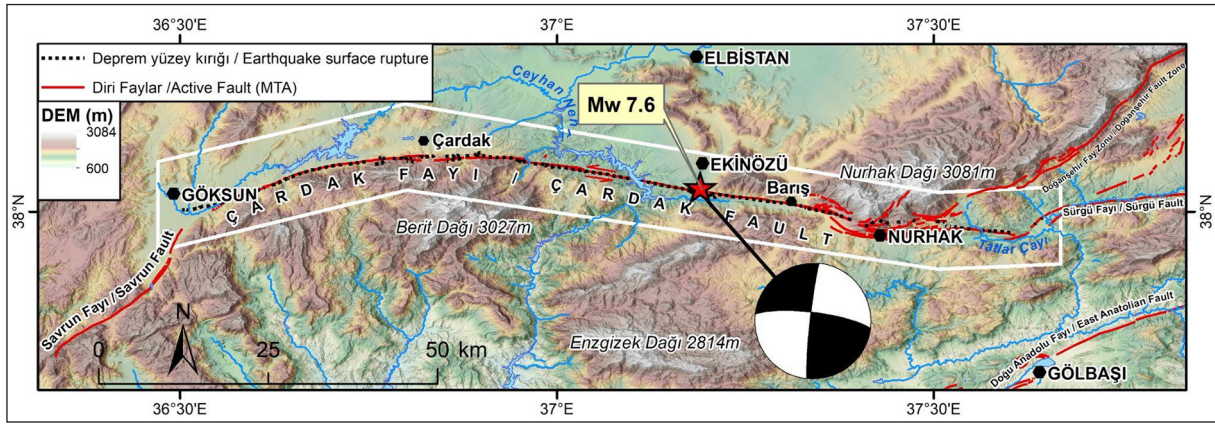
Çardak Fayı doğuda büyük ölçüde Paleozoyik metamorfiklerin içerisinde ilerlerken; Ekinözü batısından sonra Mezozoik ofiyolitleri ve Eosen volkanitleri ile güney bloktaki Paleozoyik metamorfiklerin sınırını veya diğer bir deyişle dokanağını oluşturarak Göksun Ovası'ndaki ayrılmamış Kuvaterner birimlerinin içerisinde sonlanmaktadır (Şekil 5, MTA 1/500 binlik jeoloji haritaları).

5.1. Çardak Fayı'nın Yüzey Kırığı

Ekinözü depremi sonucunda oluşan Çardak Fayı'nın yüzey kırığı, arazi gözlemleri ve hava fotoğrafları yardımıyla depremin merkez üssü olan Ekinözü'den batıya Göksun'a kadar ve Ekinözü'nden doğuya Bıçakçı Mahallesi doğusuna kadar 105 km uzunlukta tespit edilmiş ve haritalanmıştır (Şekil 4, 6).

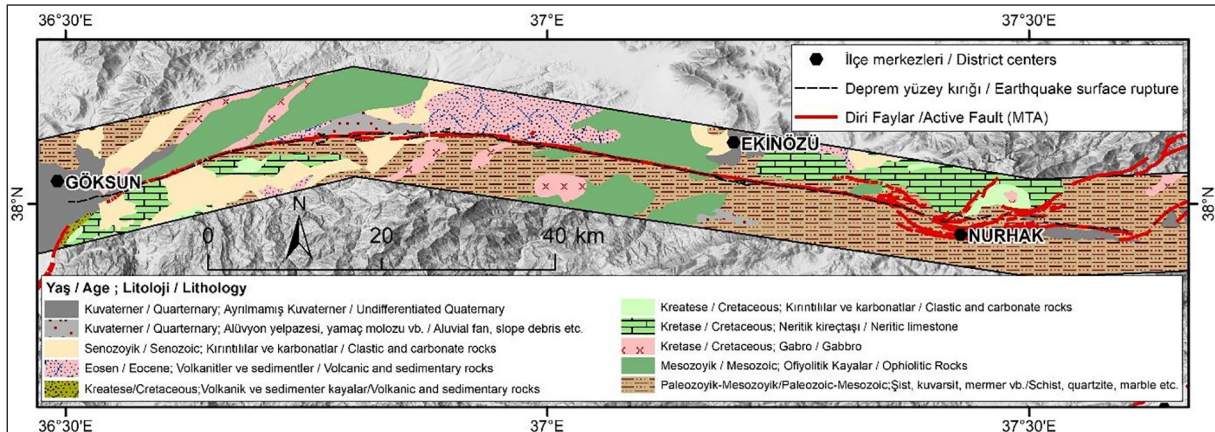
5.1.1. Yüzey kırığının merkez üssünden batıya doğru olan kesimi

Yüzey kırığı depremin merkez üssü olan Ekinözü, İçmeler mevkii güneyinden batıya doğru Kandil Baraj Gölü'nün doğusuna kadar aynı istikamette yer alan tektonik sırt boyunca 5 km kadar tek hat olarak takip edilir. Bu hat üzerinde Aşığıçme güneyinde yaptığımız arazi gözlemleri sonucunda 8 ± 0.2 metrelik sol yanal atım belirlendiği gibi güney bloktaki en fazla 3 ± 0.2 m'lik düşey atımlar da tespit edilmiştir (Şekil 6-B, Şekil 7-A, C, D). 8 ± 0.2 metrelik yanal atım fay üzerinde tespit edilen en yüksek sol yanal atımdır. Bu kesimde aynı zon boyunca 1 km uzunluğunda bir hat üzerinde İHA ile elde ettiğimiz verilerde ise 6 tarla sınırı ve 1 yol üzerinde $5-8\pm 0.5$ m arasında sol yanal atımlar da tespit edilmiştir. Ayrıca yüzey kırığının sıçrama yaptığı bir bölgede mikro çek ayır depresyonu gözlenmiştir (Şekil 7-B). Kandil Baraj Gölü'nün batısında yine tek bir hat halinde batıya devam eden yüzey kırığı, 6.5 km kadar KKB-GGD istikametinde uzun sırt mevkiinde genel olarak sırtı takip ederek Tepebaşı doğusuna kadar gözlemlenmektedir. Uzun sırt üzerinde hava fotoğraflarından yapılan ölçümler sonucunda 5 ± 1 metrelik sol yanal atım tespit edilmiştir. Tepebaşı doğusundan batıya 1 km uzunluğunda takriben 400 metre genişliğinde deformasyon



Şekil 4. Çardak Fayı ve yakın çevresinin topografik özellikleri ile Ekinözü depreminin merkez üssü ve odak mekanizması çözümü (USGS 2023, Mart 1).

Şekil 4. Topographic features of the Çardak Fault and its vicinity and the epicenter with focal mechanism of the Ekinözü earthquake (USGS 2023, March 1).



Şekil 5. Çardak Fayı'nın 12 km'lik zon boyunca jeolojik özellikleri (MTA, 1/500 binlik jeoloji haritalarından faydalanılarak hazırlanmıştır).

Figure 5. Geologic features of the Çardak Fault along the 12 km zone (prepared by utilizing MTA, 1/500 thousand geological maps).

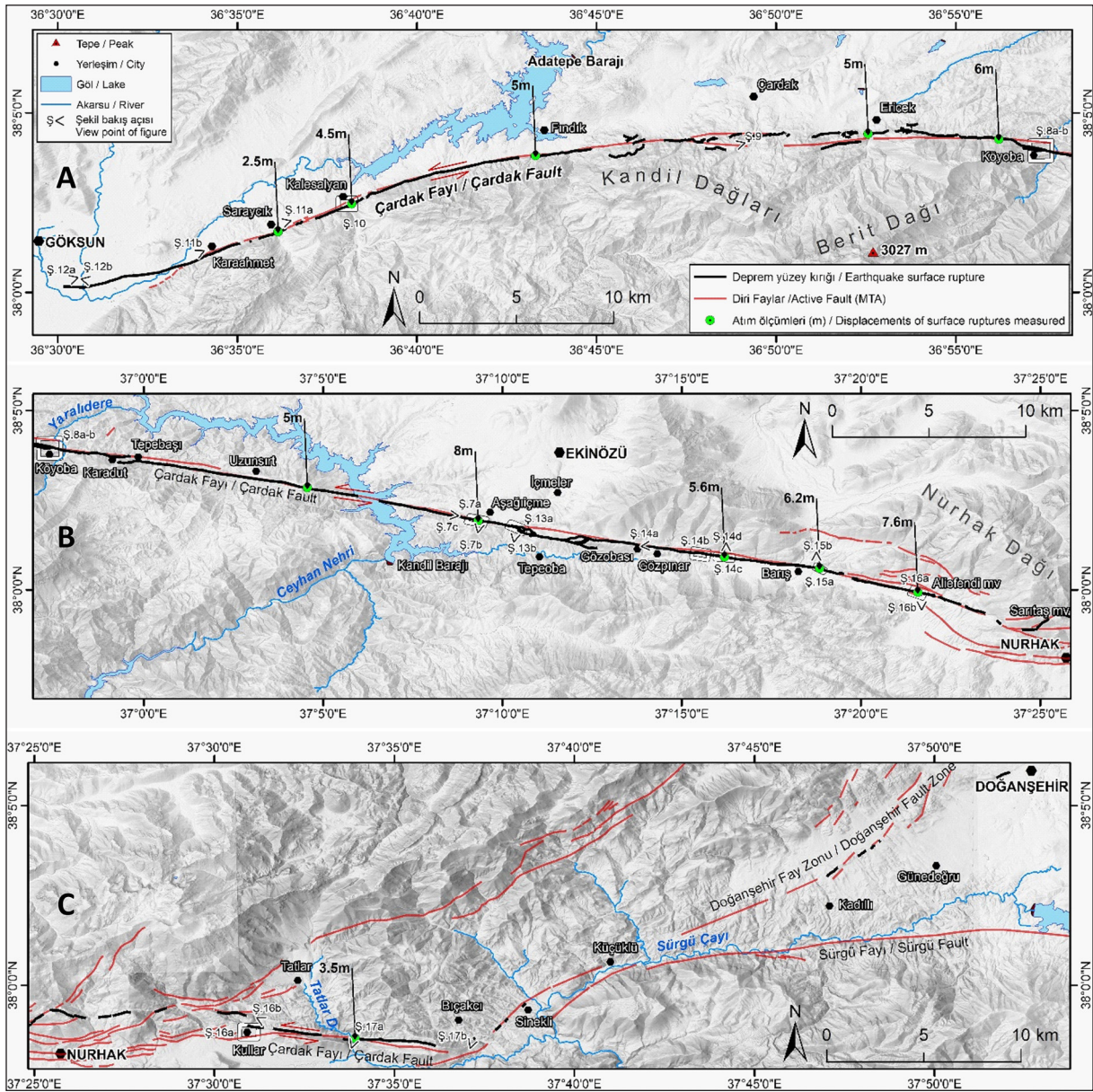
zonu oluşturan yüzey kırığı Karadut doğusunda Yaralı Dere vadisini keserek tek bir hat halinde uzanış gösterir (Şekil 6-B).

Yüzey kırığının batıya doğru devamında Köyobası'nda deformasyon zonu biraz genişleyip, birbirine paralel iki yüzey kırığı gözlemlenmiş ve bu bölgedeki deformasyonlar İHA ile hassas bir şekilde haritalandırılmaya çalışılmıştır (Şekil 8). Köyobası'ndan Ericek güneydoğusuna kadar yüzey kırığı dar bir deformasyon zonu halinde devam etmektedir. Bu kısımda Köyobası'nda İHA verilerinden 6 ± 0.5 metre, Ericek de hava fotoğrafından 5 ± 1 metre kadar sol yanal atımlar tespit edilmiştir (Şekil 6-A).

Ekinözü depreminin yüzey kırığı, Ericek güneydoğusundan itibaren batıya doğru deformasyon zonu genişlemiş bir şekilde tek bir yüzey kırığından çok kesintili, birbirine paralel ve genişliği 1 km'yi bulan bir zon halinde takriben 13 km Fındık doğusuna kadar uzanmaktadır (Şekil 9). Fındık güneyinde de hava fotoğraflarından yollar üzerinde 5 ± 1 metrelik atım belirlenmiştir (Şekil 6-A).

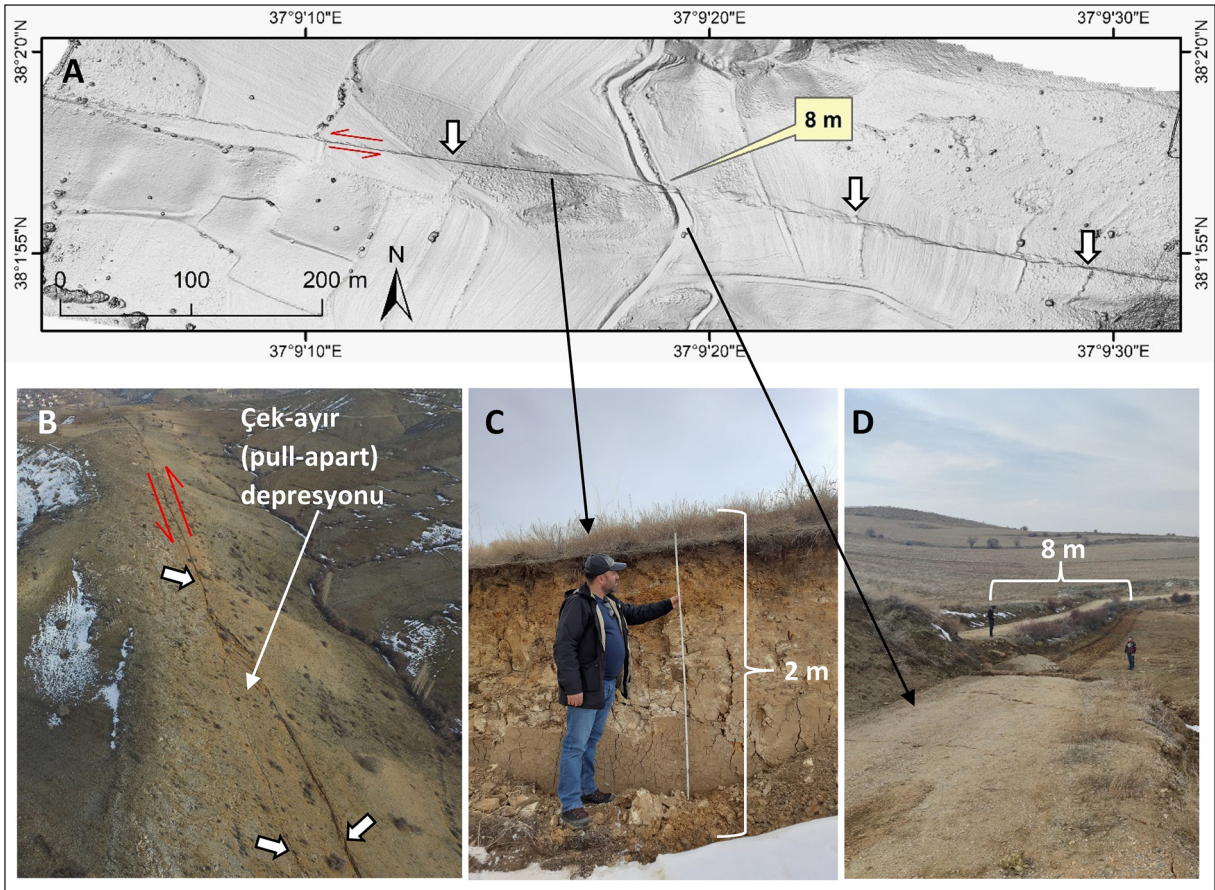
Yüzey kırığı Fındık güneyinden güneybatıya doğru MTA'nın diri fay haritasına paralel ve fayın önceki morfolojisine büyük ölçüde uyumlu tek bir hat boyunca Karaahmet Mahallesi'ne kadar takip edilmektedir. Bu hatta Kalesalyan Mahallesi'ndeki arazi gözlemleri ve İHA ile elde edilen verilerden 4.5 ± 0.5 metre (Şekil 10) ve Saraycık da ise hava fotoğraflarında 2.5 ± 1 metre sol yanal atımlar tespit edilmiştir (Şekil 11).

Karaahmet Mahallesi güneybatısına kadar takip edilebilen yüzey kırığı batıda Göksun Ovası içerisinde devam eder. Ova içerisinde yüzey kırığı belirgin atımlar yaratmaz ve düşük oranda deformasyonlar gözlenir (Şekil 12). Ova tabanı içerisinde birkaç noktada su kanallarını tahrip eden yüzey kırığı batıya doğru Göksun-Kahramanmaraş karayolunu keserek, Göksun güneyinde sönümlenir. Göksun Ovası içerisindeki bu kısım MTA'nın diri fay haritasında haritalandırılmamıştır (Şekil 4, 6).



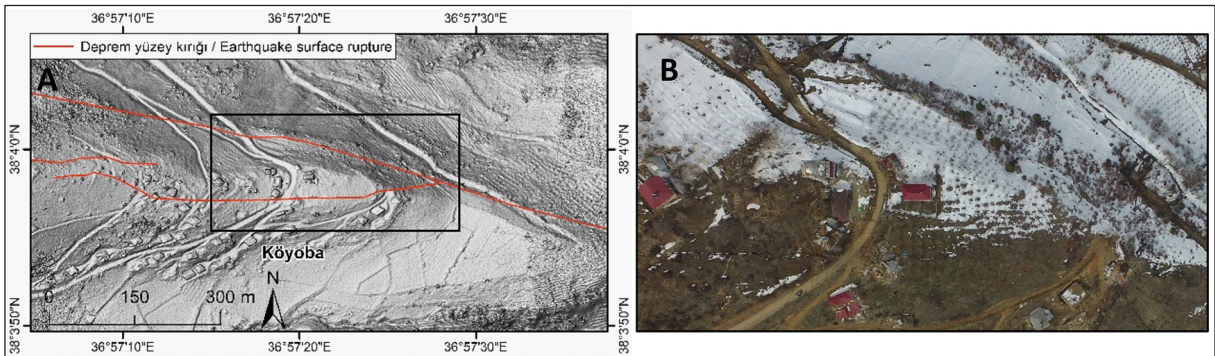
Şekil 6. Çardak Fayı'nın yüzey kırığının batı (A) merkezi (B) ve doğu (C) kesimi.

Figure 6. West (A) center (B) and east (C) section of the surface rupture of the Çardak Fault.

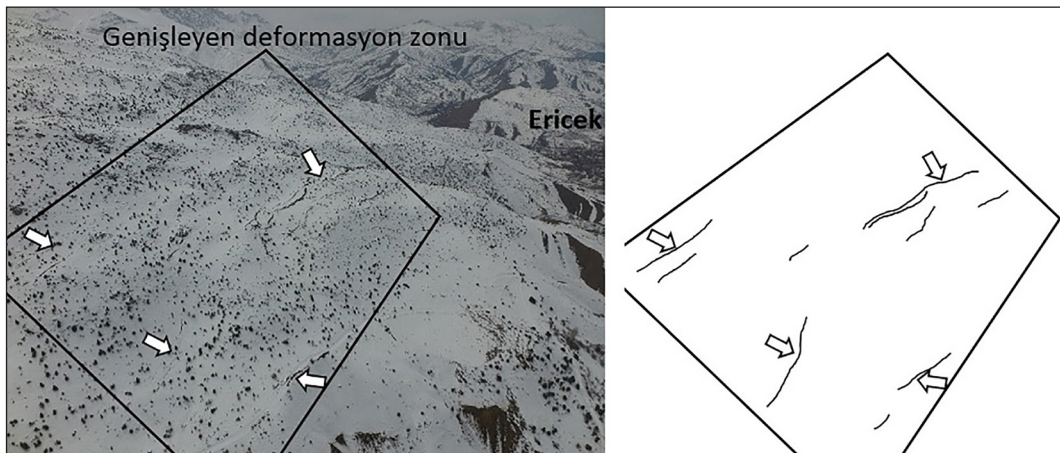


Şekil 7. Depremin merkez üssü olan Ekinözü'nün batısında Aşığiiçme köyünün 2 km güneyinde yüzey kırığının SYM (A) ve bu hatta fay üzerindeki çek-ayır (B), güney blokta 2 ± 0.2 metreyi bulan düşey atımlar (C) ve 8 ± 0.2 m sol yanıl atım (D).

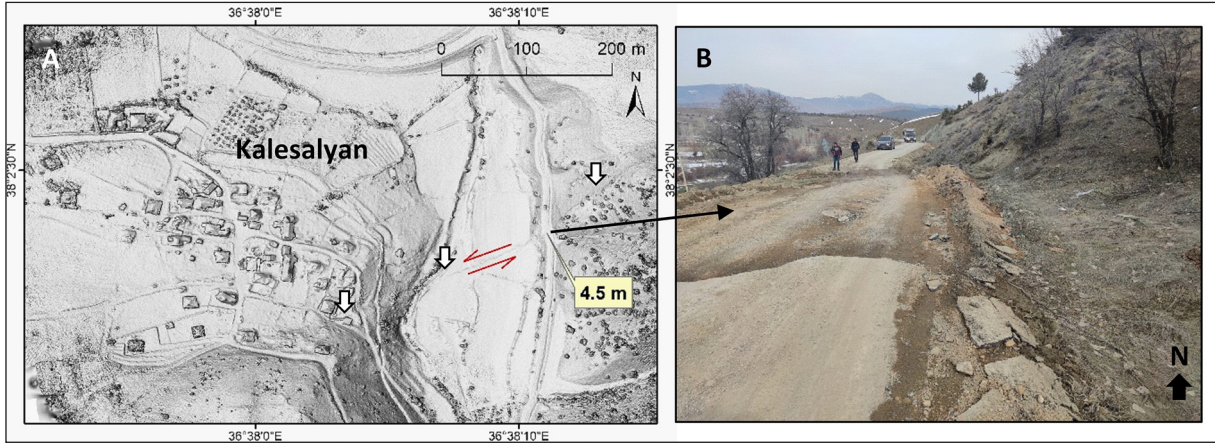
Figure 7. DEM of the surface rupture 2 km south of Aşığiiçme village west of Ekinözü, the epicenter of the earthquake (A) and the pull-apart on the fault on this line (B), vertical displacements up to 2 ± 0.2 m in the southern block (C) and 8 ± 0.2 m left lateral displacements (D).



Şekil 8. Köyobası'nda önce birbirine paralel devam edip sonra birleşen iki yüzey kırığının İHA ile elde edilen SYM (A) ve ortofotosu (B).
Figure 8. UAV-derived DEM (A) and orthophoto (B) of two surface rupture that first run parallel to each other and then merge in Köyobası.



Şekil 9. Ericek'in güneyinde yüzey kırığı birbirine paralel ve genişliği 1 km'yi bulan bir deformasyon zonu halinde devam etmektedir.
Figure 9. South of Ericek, the surface rupture continues parallel to each other as a deformation zone up to 1 km in width.



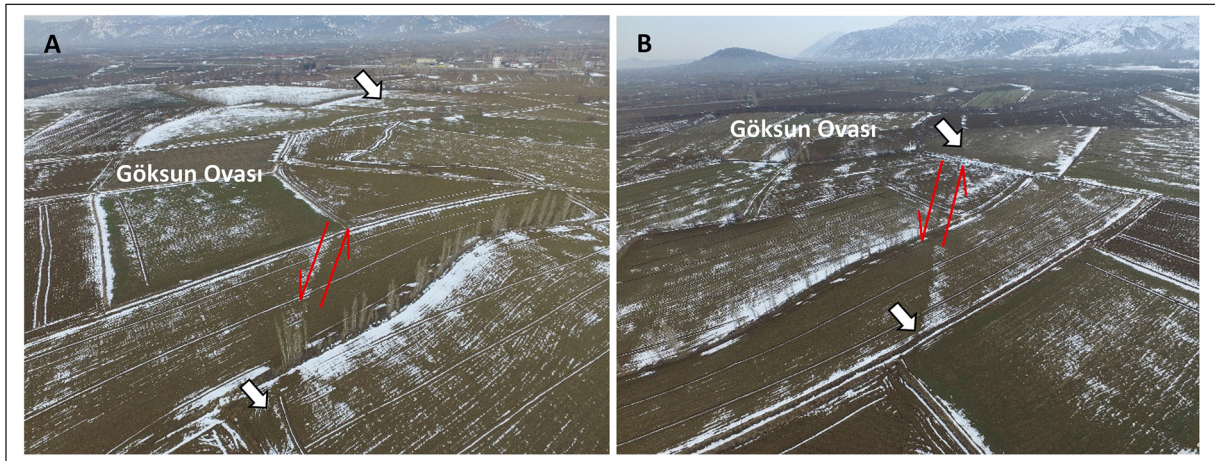
Şekil 10. İHA ve arazi gözlemleri ile elde edilen verilerden 4.5 ± 0.5 metrelik atım (A) ve Kalesalyan Mahallesi'ndeki arazi gözlemleri (B).

Şekil 10. 4.5 ± 0.5 meter horizontal displacement from the data obtained by UAV and fieldwork (A) and field observations in Kalesalyan Neighborhood (B).



Şekil 11. Saraycık güneyinde arazide gözlemlenen 2.5 ± 1 metrelik atım (A) ile yüzey kırığının Karahmet güneyinde Göksun Ovasına girdiği kısım (B).

Şekil 11. The 2.5 ± 1 meter horizontal displacement observed in the field south of Saraycık (A) and the part where the surface rupture enters the Göksun Plain south of Karahmet (B).



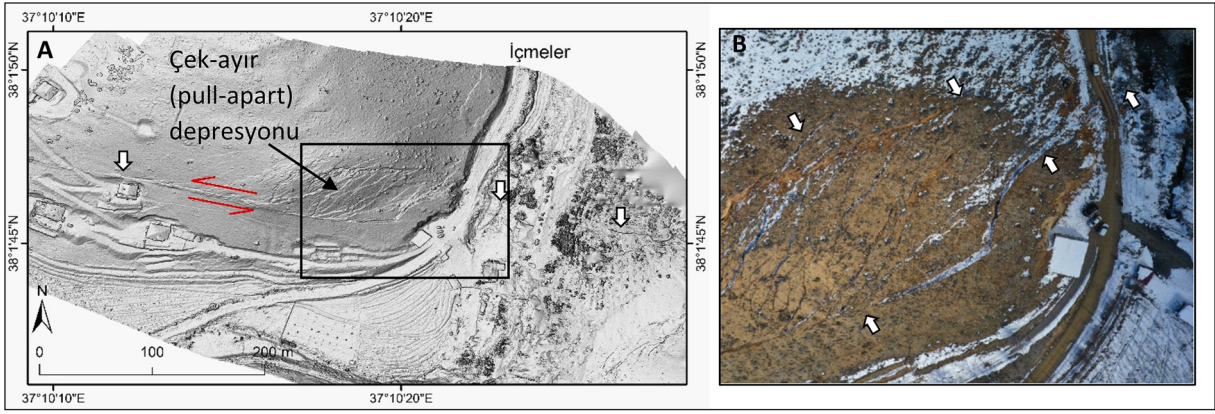
Şekil 12. Göksun güneyinde yüzey kırığının sönümlendiği son kısım (A) ve Göksun Ovası'nda doğuya devamı (B).

Figure 12. The last part of the surface rupture observed south of Göksun (A) and its continuation to the east in Göksun Plain (B).

5.1.2. Yüzey kırığının merkez üssünden doğuya doğru olan kesimi

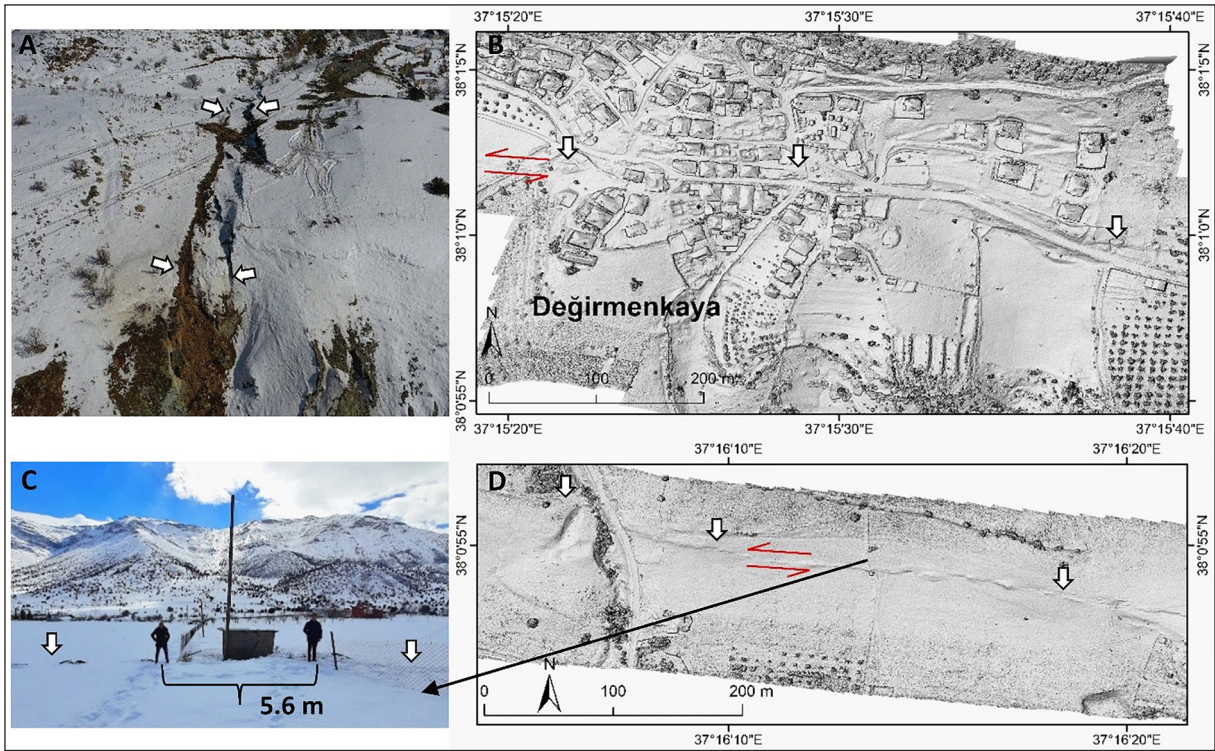
İçmeler güneyi ile Tepeoba kuzeyi arasındaki kısımda yüzey kırığı doğuya doğru 4 km uzunluğunda 600 metre genişliğinde deformasyon zonu yaratmaktadır. Bu kısımda yüzey kırığı sık sık sıçramalar yaratarak ve çek ayır depresyonları oluşturarak devam eder (Şekil 13). Yine İçmeler doğusunda bu zonun kuzey sınırında anakayanın eğimli yamacı üzerinde 5 ± 1 metreye yakın düşey atımlar gözlemlenmiştir.

Tepeoba'nın doğusunda yüzey kırığı, Barış Mahallesi'ne kadar takriben 10 km'lik tek bir hat boyunca izlenebilmektedir (Şekil 6-B). Tepeoba kuzeyi ile Gözobası arasında faya paralel 3 km uzanan tektonik sırtın kuzeyinden devam eden yüzey kırığı Gözobası yakınlarında 250 m uzunluğunda 10 m genişliğinde ve 2 metre derinliğinde çöküntü alanı oluşturmuştur (Şekil 14-A). Gözpınar'dan doğuya doğru Değirmenkaya Mahallesi'nin içinden geçen yüzey kırığı bu kesimde yer yer bahçe çitlerinde arazi gözlemleri sonucunda 5.6 ± 0.2 metrelik sol yanal atımlar yaratarak devam ettiği gözlemlenmiştir (Şekil 14 B-C-D).



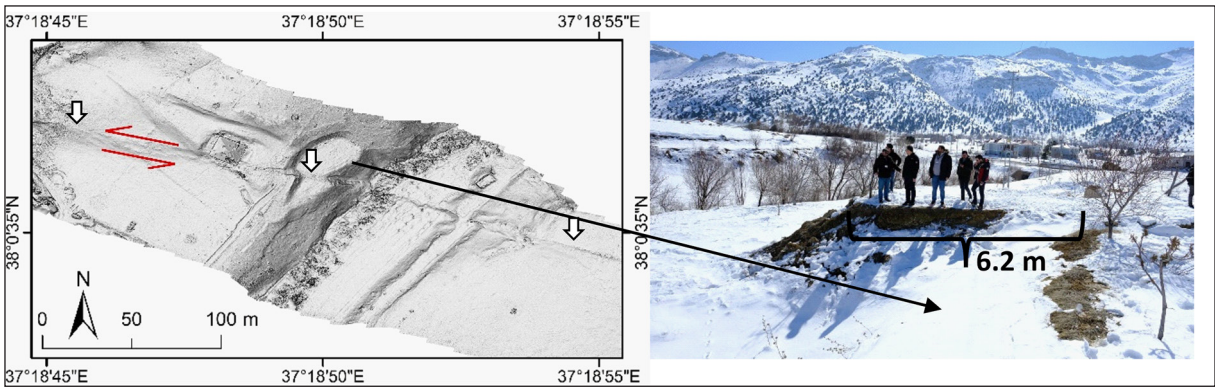
Şekil 13. İcmeler güneyinde yüzey kırığının sıçrama yaparak çek-ayır depresyonu yarattığı kısım.

Şekil 13. South of İcmeler, where the surface rupture makes step to the left and formed a pull-apart depression.



Şekil 14. Gözbası'nda 10 m genişliğinde ve 2 metre derinliğinde çöküntü alanı (A) oluşturan Çardak Fayı'nın Gözpinar doğusunda oluşturduğu deformasyonlar (B) ve atımlar (C, D).

Şekil 14. 10 m wide and 2 m deep depression at Gözbası (A) deformations formed by the Çardak Fault east of Gözpinar (B) horizontal displacements (C, D).



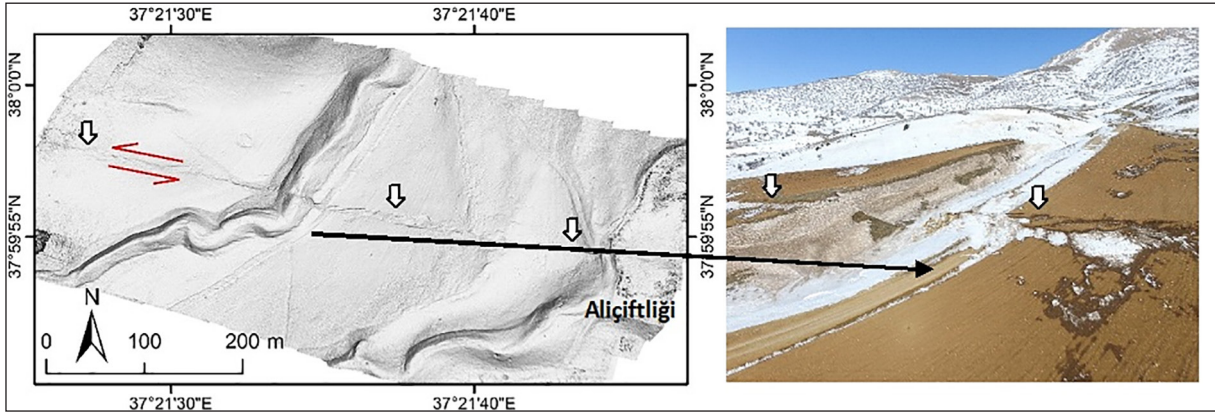
Şekil 15. Barış doğusunda arazide tespit edilen 6.2 ± 0.2 metrelik sol yanal atım.

Figure 15. 6.2 ± 0.2 m left-lateral displacement detected in the field east of Barış.

Barış Mahallesi doğusunda yüzey kırığı Nurhak'a kadar KKB-GGD doğrultusunda uzanmakta olup Nurhak batısı Sarıtaş mevkiine kadar anakaya ve birikinti yelpazelerini deforme ederek uzanmaktadır (Şekil 6-B). Yüzey kırığının bu kesiminde Barış Mahallesi'nde 6.2 ± 0.2 metre (Şekil 15), daha doğuda Aliefendi mev-

kiinde ise 7.6 ± 0.2 metrelik sol yanal atım (Şekil 16) hem arazi gözlemleri hem de İHA ile elde edilen SYM'den tespit edilmiştir.

Çardak Fayı'nın yüzey kırığı, Nurhak doğusunda doğu-batı doğrultulu olarak Bıçakçı'ya kadar yer yer birbirine paralel yüzey



Şekil 16. Barış doğusunda Aliçiftliği mevkiinde arazide tespit edilen 7.6 ± 0.2 metrelik sol yanar atım.

Şekil 16. 7.6 ± 0.2 meter left-lateral displacement detected in the field at Aliçiftliği locality east of Barış.

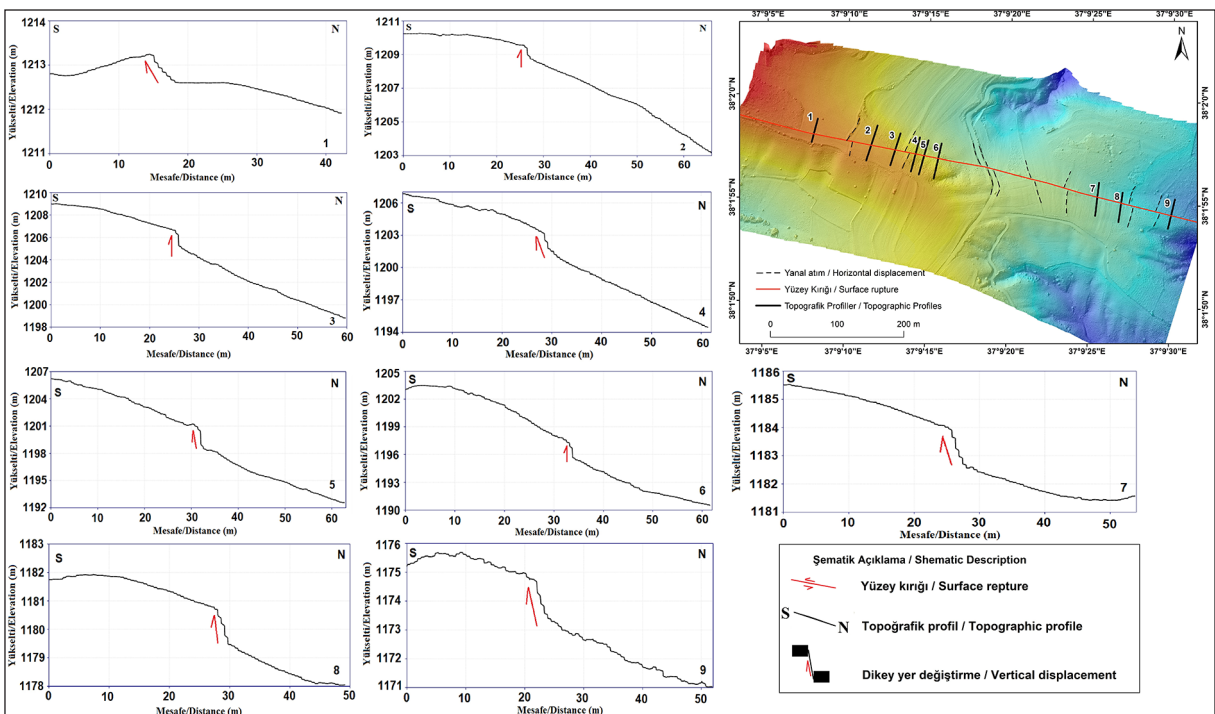


Şekil 17. Nurhak doğusunda yıkımın büyük olduğu Kullar köyünün hemen kuzeyinde tespit edilen yüzey kırığı.

Şekil 17. Surface rupture detected just north of Kullar village, east of Nurhak, where the devastation was great.

kırıkları ve kesintiler halinde uzanarak devam eder. Özellikle Nurhak kuzeyinde Nurhak Dağı'nın dik eğimli güney yamaçlarında çok net seçilememekle birlikte kesintili halde yüzey deformasyon zonu görülmektedir (Şekil 6-C). Yüzey kırığı Kullar Mahallesi kuzeyinde belirgin olup Bıçaçkı batısına kadar tek bir hat halinde izlenebilmektedir (Şekil 17). Çardak Fayı'nın Tatlar Vadisini kestiği noktada 3.5 ± 1 m sol yanar atım ile birlikte, kuzey blokta 5 ± 1 metrenin üzerinde düşey atımlarda

net bir şekilde gözlenmektedir. Yüzey kırığı Bıçaçkı'dan sonra kuzeydoğuya doğru Sinekli'ye kadar 3 km kesintili bir şekilde belirgin bir atım üretmeyerek devam edip sonlanmaktadır (Şekil 6-C). Bu noktanın devamında Doğanşehir'e doğru uzanan kuzeydoğu hattı boyunca uzun kesintiler halinde yüzey kırığı hava fotoğraflarından belirlenebilmekte olup bu kısım Çardak Fayı'nın dışında Doğanşehir ve Sürgü Fayları arasındaki kısma denk gelmektedir.



Şekil 18. Aşığışiçme güneyinde 1 km boyunca uzanan güney blokta dikey atım ve profillerin konumları.

Figure 18. Locations of vertical displacement and profiles in the southern block extending for 1 km south of Aşığışiçme.



Şekil 19. Aşağıiçmeler güneyi (A), Tatlar güneyi (B) ve İçmeler doğusundaki düşey atımlar (C).

Figure 19. South of Aşağıiçmeler (A), Tatlar south (B) and vertical displacements east of İçmeler.

5.1.3. Yüzey kırığında görülen düşey atımlar

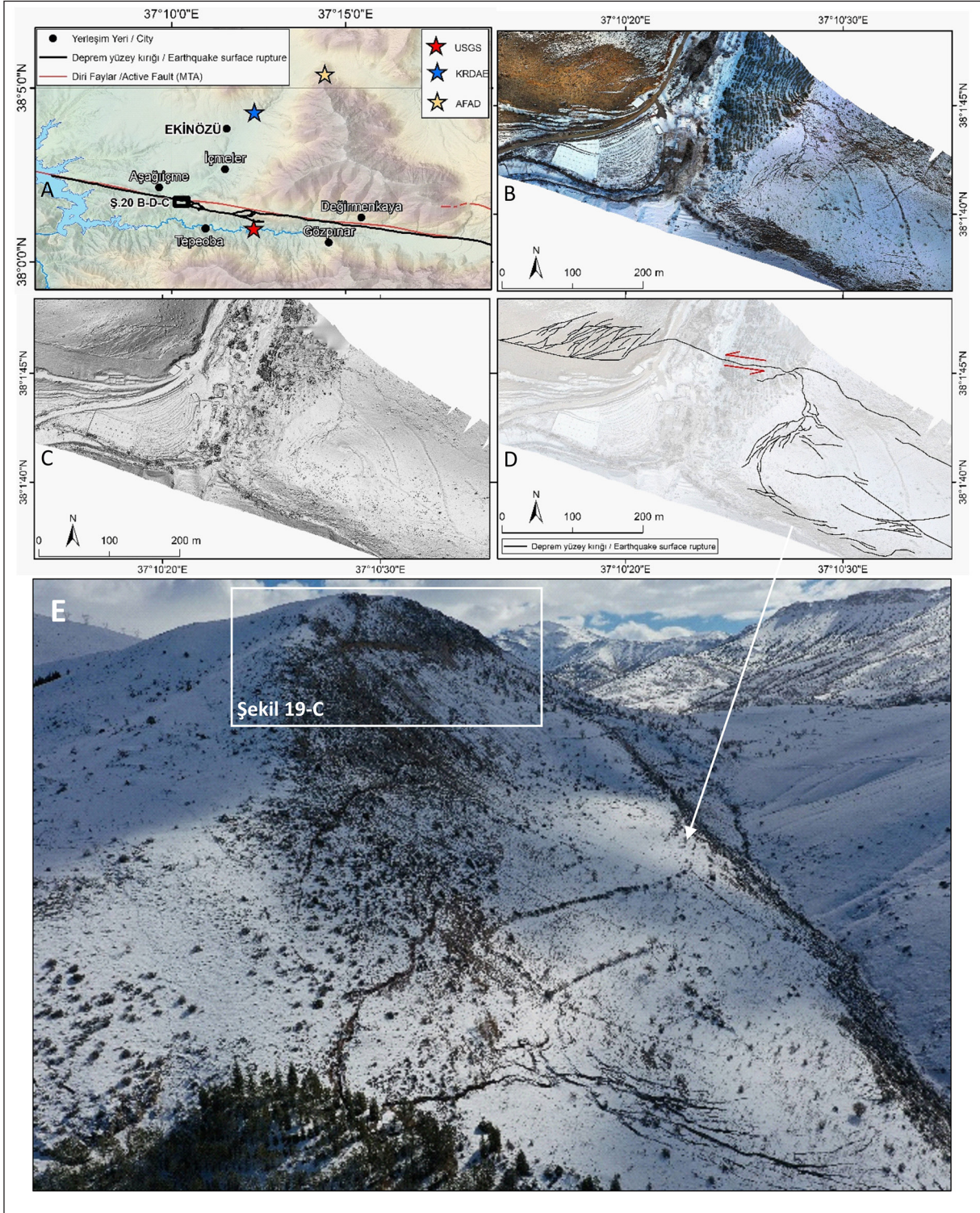
Doğrultu atımlı faylar her ne kadar yanal atımlar üretse de yer yer düşey bileşenleri de gözlemlenir. Bu kapsamda Çardak Fayı yüzey kırığı üzerinde belirli noktalardaki düşey atımlar gözlemlenmiş hassas bir şekilde ölçülmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda düşey atımların en net gözlemlendiği alanlardan biri olan Aşağıiçmeler güneyindeki sahada İHA ile elde edilen yüksek çözünürlüklü SYM’de şerit genişliği 1 m’ye kadar düşürülerek kuzey-güney yönlü 9 adet topoğrafik profil oluşturulmuştur. Bu kesimde ötelenme miktarları arazi çalışmalarında tespit edilen maksimum atıma (8 ± 0.2 m) karşılık geldiği gibi arazide 1 km boyunca izlenebilen düşey atımlar ise maksimum 3 m’ye ulaşmaktadır (Şekil 18, 19). Çardak Fayı’nın bu kesiminde fay dikliğinin oluşması, fay düzlemi boyunca hareketin hem eğim hem de yatay yönde olması ile ilişkilidir. Deprem merkez üssünün batısındaki Çardak Fayı’nın bu kesiminde, hem eğim hem de yatay yöndeki atım doğrusal olmayan bir şekilde artmış, düşey atımlı karakter kazanmıştır. Güney bloktaki yükselmelerin yanı sıra, Ekinözü’nün hemen doğusunda dik yamaçta 5 ± 1 m ve daha doğuda Barış Mahallesi yakınlarında 2 ± 0.5 m kuzey bloкта yükselmeler söz konusudur. Özellikle Nurhak’a bağlı Tatlar Mahallesi güneyinde kayma düzlemi dikkat çekicidir. Bu kesimde kuzey bloкта anakaya üzerinde düşey atım 5 ± 1 m dolaylarındadır (Şekil 19).

6. Tartışma ve Sonuç

6 Şubat Kahramanmaraş depremlerinden 13:24’te Mw 7.6 büyüklüğünde olan ikinci depremin merkez üssü Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) ve ABD Jeoloji

Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından Ekinözü yakınlarını göstermektedir. AFAD ve KRDAE merkez üssünü fayın kuzeyinde Ekinözü yakınlarını gösterirken, USGS fayın hemen güneyindeki bir noktayı göstermektedir. Deprem merkez üssü derinliği KRDAE’ye göre 5 km, AFAD’a göre 7 km ve USGS’e göre ise 13.1 km olarak belirtilmiştir. Dolayısıyla deprem merkez üssü ve derinliği hakkında birbirine yakın ama farklılık içeren sonuçlar mevcuttur. Arazide yaptığımız gözlemler sonucunda Aşağıiçmeler güneyinde yüzey kırığının tespit edildiği noktada diğer bölgelerden farklı olarak birbirine paralel çizgisel uzanışın yanında dairesel geometri sunan yüzey kırıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca yamaçta 5 metreye yakın dikey atımlar da gözlemlenmiştir (Şekil 19-C). Bu karmaşık geometrik yapı, yoğun kırık sistemleri depremin merkez üssünün yüzeye yansımalarının bu kesim olduğunu düşündürmektedir. İHA görüntüleri ve İHA’lardan elde ettiğimiz demlerde belirtilen bu yapılar açıkça görülmektedir (Şekil 20).

Arazi gözlemleri ve uzaktan algılama verileriyle 105 km tespit edilen Çardak Fayı’nın yüzey kırığı dağılımı ile ana şok sonrası meydana gelen artçıların dağılımı arasında büyük bir benzerlik bulunmaktadır. Özellikle büyüklüğü 4 ve üzeri olan artçılar batıda Göksun da doğuda ise Nurhak doğusunda ve Doğanşehir’de yoğunluk kazanmaktadır. Artçıların dağılımlarına, arazi gözlemlerine ve hava fotoğrafları üzerinde yapılan değerlendirmelere bağlı olarak Çardak Fayı’nın tamamının kırıldığı anlaşılmaktadır. Yine yüzey kırığının haritalanması sonucunda Çardak Fayı’nın tek bir yüzey kırığından çok, kesintili, birbirine paralel uzanan ve genişliği yer yer 1 km’yi bulan sol ve sağ yönlü ani sıçramalar gösteren geniş bir deformasyon zonu olduğu anlaşılmaktadır.

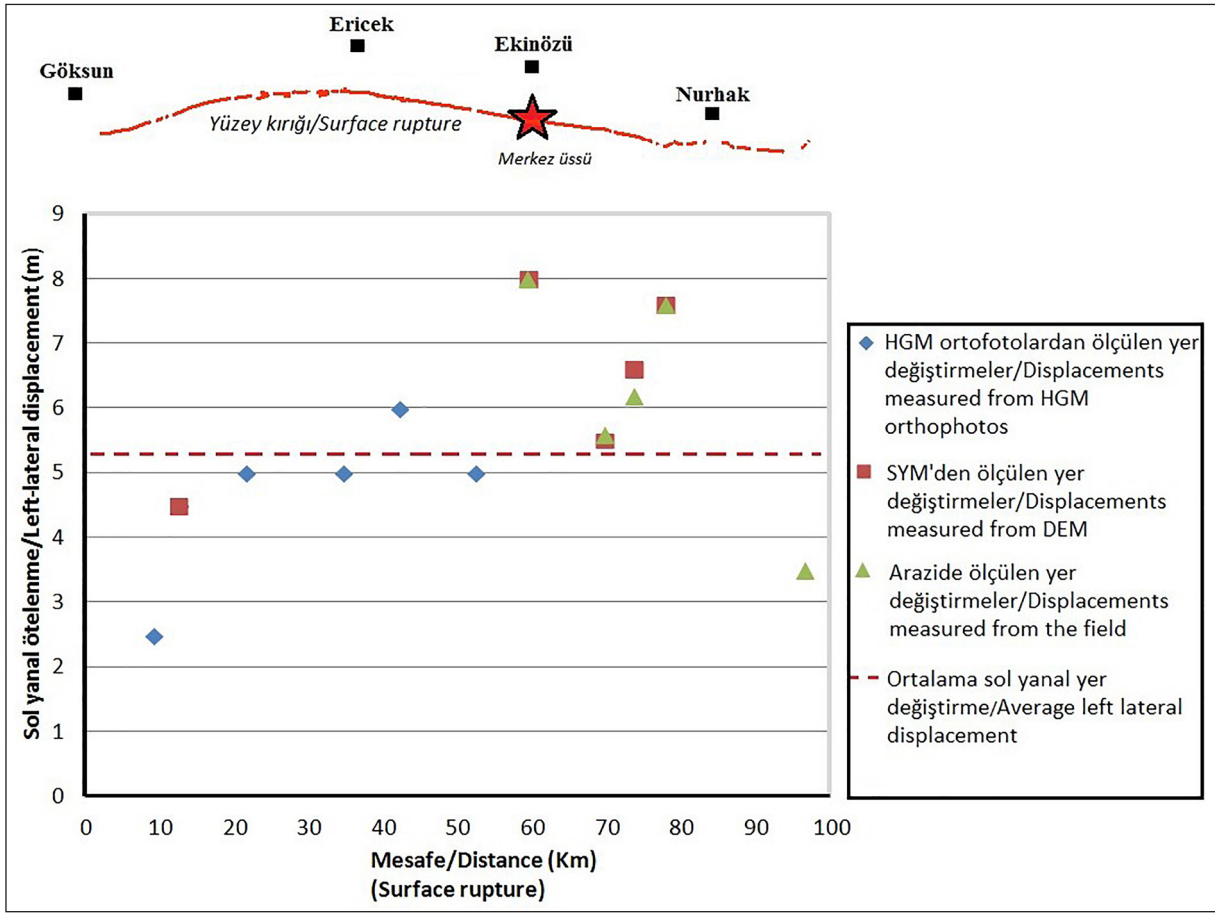


Şekil 20. Ekinözü depremin merkez üssü için AFAD, KRDAE ve USGS'in belirlediği konumlar (A) ile Ekinözü güneyinde yüzey kırıkları ve depreme bağlı çatlakların yoğunlaştığı alanın ortofotosu (B) yüksek çözünürlüklü SYM'i (C), kırık yoğunluğunu gösteren harita (D) ve fotoğraf (E).

Figure 20. Locations determined by AFAD, KRDAE and USGS for the epicenter of the Ekinözü earthquake (A) and orthophoto of the area south of Ekinözü where surface ruptures and earthquake-related cracks are concentrated (B) high resolution DEM (C), map showing fracture density (D) and photograph (E).

105 km'lik Çardak Fayı'nın yüzey kırığında sol yanal atımların değerleri litolojik özelliklere göre değişiklik göstermekle birlikte, depremin merkez üssünden batıya doğru düzenli bir azalım tespit edilmiştir (Şekil 21). Merkez üssünden doğuya doğru ise tezat teşkil edecek şekilde Nurhak'a kadar yüzey kırığı üzerinde yanal atımlarda artışlar gözlemlenmekte ve Nurhak doğusunda azalıp yüzey kırığı sönümlenmektedir (Şekil 6). Çalışma kapsamında en yüksek atım depremin merkez üssünün 2 km kadar batısında Aşağıçimeler güneyinde ölçülmüştür (8 m) (Şekil 7-D). Bu değer Mw 7.7 büyüklüğündeki ilk depremin oluşturduğu atımlardan (6.5-7 m) daha büyüktür.

Çardak Fayı'nın yüzey kırığında sol yanal atımların yanında bazı lokalitelerde düşey atımlarda gözlemlenmiştir. Bu düşey atımlar merkez üssünün batısında güney bloğun yükselmesi şeklinde kendini gösterirken merkez üssün doğusunda ise kuzey blok yükselmiştir. Bu durum Ekinözü doğusu ve batısının birbirine ters yönlere çarpıldığını da göstermektedir. Yine depremin merkez üssü hemen doğusu ve batısında görünen yoğun yüzey kırıkları ve çatlaklar bu çarpılmanın göstergesi olarak yorumlanabilir.



Şekil 21. Çardak Fayı'nın yüzey kırığında sol yanal atımların değerlerini gösteren grafik.

Figure 21. Graph showing the values of left lateral slip at the surface rupture of the Çardak Fault.

Tektonik hareketler sonucunda oluşan küçük boyutlardaki (mikro) yer şekilleri erozyonel süreçler ve antropojenik etkilerle hızlı bir şekilde aşınmakta ya da tamamen kaybolmaktadır. Bu nedenle fayların karakteristik özelliklerinin anlaşılmasında fayın oluşturduğu yer şekillerinin henüz tazeliğini korurken tespit edilmesi ve haritalandırılması çok önemlidir. Bu çalışma ile de Çardak Fayı'nın yüzey kırığı hızlı bir şekilde haritalanarak fayın nerede kırılıp nerede sonlandığı arazi gözlemleri ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde ettiğimiz ilksel sonuçlar Çardak Fayı'nın tamamen kırılmış olduğu yönündedir.

Bu çalışma kapsamında haritalanan Çardak Fayı'nın yüzey kırığı ve atımlar ayrıca web tabanlı bir uygulama üzerinden kamuoyuna açık bir şekilde paylaşılmıştır (Cbskampus, 2023), (<https://cbskampus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=845c9d4291414e46ad43ab65f615b6c8>).

Katkı Belirtme: Bu çalışma 123D011 Nolu TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında verdiği desteklerden dolayı Onur Yasan'a ve Göksun'da proje ekibini evinde misafir eden Mustafa Kızılırmak'a çok teşekkür ederiz. Ayrıca depremlerde vefat eden vatandaşlarımıza Allah'tan rahmet, yakınlarına başsağlığı, yaralılarına acil şifalar dileriz.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. The authors declare that there is no conflict of interest.

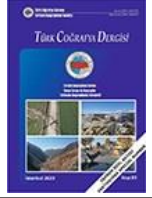
Veri erişebilirliği / Data availability: Çardak Fayı'nın yüzey kırığına ait ilk veriler <https://atlas.harita.gov.tr/#5/36.52/40.6> adresinden, deprem merkez üssü verisi <https://deprem.afad.gov.tr/map> ve <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> ile <http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/1st4.asp> adreslerinden temin edilmiştir. Ayrıca odak mekanizması çözümünde ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu <https://www.usgs.gov/> verisi kullanılmıştır. Preliminary data on the surface rupture of the Çardak Fault were obtained from <https://atlas.harita.gov.tr/#5/36.52/40.6>, earthquake epicentre data were obtained from <https://deprem.afad.gov.tr/map> and <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> and <http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/1st5.asp>. In addition, the US Geological Survey <https://www.usgs.gov/> data was used in the focal mechanism solution.

Yazar katkısı/Author contribution: C.B, O.H ve E.C çalışmayı tasarlamıştır. E.C ve F.K kavramsal çerçevenin oluşturulmasında, CB ve O.H şekillerin üretilmesinde ve M.F.D web tabanlı haritaların oluşturulmasına katkı vermiştir. Tüm ortak yazarların katkılarıyla araştırma sonuçları yorumlanmış ve tartışılmıştır. C.B, O.H and E.C designed the study. E.C and FK contributed to the creation of the conceptual framework, C.B and O.H contributed to the production of figures, and M.F.D contributed to the creation of web-based maps. The research results were interpreted and discussed with the contributions of all co-authors.

Kaynakça

- AFAD (2023, Mart 23). *AFAD son depremler(son 100 deprem)*. T. C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı. <https://deprem.afad.gov.tr/last-earthquakes.html>
- Allen, C. R. (1969). Active faulting in northern Turkey. *Division of Geological and Planetary Sciences Contribution*, 1577. <https://resolver.caltech.edu/CaltechAUTHORS:20170207-130936360>
- Allen, C. R.(1962). Circum-Pacific faulting in the Philippines-Taiwan region. *Journal of Geophysical Research*, 67(12), 4795-4812. <https://doi.org/10.1029/JZ067i012p04795>
- Allen, C. R. (1965) *Transcurrent faults in continental areas*. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical and physical sciences*, 258 (1088). pp. 82-89. <https://resolver.caltech.edu/CaltechAUTHORS:20151120-091941666>
- Allen, C. R., Silver, L. T., & Stehli, F. G. (1960). Agua Blanca fault—A major transverse structure of northern Baja California, Mexico. *Geological Society of America Bulletin*, 71(4), 467-482. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1960\)71\[467:ABFMTS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1960)71[467:ABFMTS]2.0.CO;2)
- Ambraseys, N. N. (1989). Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophysical Journal International*, 96(2), 311-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1989.tb04453.x>
- Ambraseys, N. (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: A multidisciplinary study of seismicity up to 1900*. Cambridge University Press.
- Anderson, R. S., & Burbank, D. W. (2011). *Tectonic Geomorphology*. John Wiley & Sons. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444345063>
- Arpat, E., & Şaroğlu, F. (1972). Some observations and thoughts on the East Anatolian fault, *Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turk.*, 73,44–50.
- Balkaya, M., Özden, S., & Akyüz, H. S. (2021). Morphometric and Morphotectonic Characteristics of Sürgü and Çardak Faults (East Anatolian Fault Zone). *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 7(3), 375-392. <https://doi.org/10.28979/jarnas.939075>
- Bandibas, J., & Takarada, S. (2019). Mobile application and a web-based geographic information system for sharing geological hazards information in East and Southeast Asia. *Journal of Geographic Information System*, 11, 309-320. <https://doi.org/10.4236/jgis.2019.113018>
- Barka, A. A., Toksöz, M. N., Gülen, L., & Kadinsky-Cade, K. (1987). Kuzey Anadolu Fayının doğu kesiminin segmentasyonu, sismitesi ve deprem potansiyeli: *Yerbilimleri*, 14, 337-352. <https://yerbilimleri.hacettepe.edu.tr/no14/25.pdf>
- Biq C. (1959). The structural pattern of Taiwan compared with the eta type of shear form. *Geological Society of China Proceedings*, 2, 33-46.
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey—a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14 (1-3), 3-30. <https://doi.org/10.1080/09853111.2001.11432432>
- Braun, J., & Sambridge, M. (1997). Modelling landscape evolution on geological time scales: A new method based on irregular spatial discretization. *Basin Research*, 9, 27- 52. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2117.1997.00030.x>
- Bulut, F., M. Bohnhoff, T. Eken, C. Janssen, T. Kılıç, & G. Dresen (2012). The East Anatolian Fault Zone: Seismotectonic setting and spatiotemporal characteristics of seismicity based on precise earthquake locations. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(B7), <https://doi.org/10.1029/2011JB008966>
- Cbskampus (2023). *Kahramanmaraş depremleri 06 Şubat 2023*. Cbskampusmaps. <https://cbskampus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=845c9d4291414e46ad43ab65f-615b6c8>
- Davis, W. M. (1927). The rifts of southern California. *American Journal of Science*, 5(73), 57-72. <https://doi.org/10.2475/ajs.s5-13.73.57>
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Saroglu, F. A. M. C., & Şengör, A. M. C. (1986). Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone. *Geological Society, London, Special Publications*, 19(1), 1-36. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1986.019.01.01>
- Duman, T. Y., & Emre, Ö. (2013). The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics. *Geological Society, London, Special Publications*, 372(1), 495-529. <https://doi.org/10.1144/SP372.1>
- Esri 2023a (2023, Nisan 5). *ArcGIS field maps*. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-field-maps/overview>
- Esri 2023b (2023, Nisan 5). *About ArcGIS online*. <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/get-started/what-is-agoi.htm>
- Fairbanks, H. W. (1907). The great earthquake rift of California, in Jordan, D. S. (ed.), *The California earthquake of 1906* (pp. 371). San Francisco, A. M. Robertson.
- Gilbert, G. K. (1907). The investigation of the California earthquake of 1906, in Jordan, D. S., (ed.), *The California earthquake of 1906* (pp. 215-256) San Francisco, A. M. Robertson.
- Harita Genel Müdürlüğü (2023). *Deprem ortofotolar*. Harita Genel Müdürlüğü
- Higgins, C. G. (1961). San Andreas Fault North of San Francisco, California. *Geological Society of America Bulletin*, 72(1), 51-68. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[51:SAFNOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[51:SAFNOS]2.0.CO;2)
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (2023, Şubat 20). *Türkiye ve yakın çevresindeki son depremler*. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. <http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/lst4.asp>
- Karabacak, V., Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Tatar, O., Aktuğ, B., Özdağ, Ö. C., Çakır, R., Aksoy, E., Koçbulut, F., Softa, M., Akgün, E., Demir, A., & Arslan, G. (2023). The 2023 Pazarlık (Kahramanmaraş, Türkiye) earthquake (Mw 7.7): implications for surface rupture dynamics along the East Anatolian Fault Zone. *Journal of the Geological Society*, 180(3), jgs2023-020. <https://doi.org/10.1144/jgs2023-020>
- Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 27(1), 1-15.
- Lawson, A. C. (1908). *The California earthquake of April 18, 1906*. Report of the State Earthquake Investigation Commission: Carnegie Institution of Washington Publication 87, v. 1. https://publicationonline.carnegiescience.edu/publications_online/earthquake_volume.pdf
- Maden Tetik Arama (2023). *Yerbilimleri harita görüntüleyici*. Maden Tetik Arama ve Genel Müdürlüğü. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>
- Maden Tetik Arama (2003). *1/500.000 ölçekli jeoloji haritaları*. Maden Tetik Arama ve Genel Müdürlüğü
- Okay, A. I., Zattin, M., & Cavazza, W. (2010). Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision. *Geology*, 38(1), 35-38. <https://doi.org/10.1130/G30234.1>

- McClusky, S. Balassanian, A. Barka, C. Demir, S. Ergintav, I. Georgiev, O. Gurkan, M. Hamburger, K. Hurst, H. Kahle, K. Kastens, G. Kekelidze, R. King, V. Kotzev, O. Lenk, S. Mahmoud, A. Mishin, M. Nadariya, A. Ouzounis, D. Paradissis, Y., & G. Veis (2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal Of Geophysical Research*, 105(B3), 5695– 5719, <https://doi.org/10.1029/1999JB900351>
- McKenzie, D. P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophysical Journal International*, 30, (2), 109–185, <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1972.tb02351.x>
- Nalbant, S. S., McCloskey, J., Steacy, S., & Barka, A. A. (2002). Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters*, 195(3-4), 291-298. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00592-1](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00592-1)
- Noble, L. F. (1927). San Andreas rift and some other active faults in the desert region of southern California. *Seismological Society of America Bulletin*, (17), 25-39.
- Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, 23, (e01089) 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01089>
- Örgülü, G., Aktar, M., Türkelli, N., Sandvol, E., & Barazangi, M. (2003). Contribution to the seismotectonics of Eastern Turkey from moderate and small size events. *Geophysical Research Letters*, 30(24). <https://doi.org/10.1029/2003GL018258>
- Över, S., Özden, S., & Yılmaz, H. (2004). Late Cenozoic stress evolution along the Karasu Valley, SE Turkey. *Tectonophysics*, 380(1-2), 43-68. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2003.11.011>
- Palutoğlu, M., & Şaşmaz, A. (2017). 29 Kasım 1795 Kahramanmaraş depremi, Güney Türkiye. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, (155), 191-206. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/publication/detail/294780/29-kasim-1795-kahramanmaras-depremi-guney-turkiye>
- Patterson, R. H. (1979). *Tectonic geomorphology and neotectonics of the Santa Cruz Island fault Santa Barbara County, California* [Doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara].
- Peltzer, G., Tapponier, P., Gaudemer, Y., Meyer, B., Guo, S., Yin, K., Chen, Z., & Dai H. (1988). Offsets of late Quaternary morphology, rate of slip, and recurrence of large earthquakes on the Chang Ma fault (Gansu, China). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 93(B7), 7793-7812. <https://doi.org/10.1029/JB093iB07p07793>
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., ... & Karam, G. (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111, B05411, <https://doi.org/10.1029/2005JB004051>
- Rogers, T. H., & Nason, R. D. (1971). Active fault displacement on the Calaveras fault zone at Hollister, California. *Seismological Society of America Bulletin*, (61), 399-416. <https://doi.org/10.1785/BSSA0610020399>
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., & Kuşçu, İ. (1992). Active fault map of Turkey. *General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey*, 2.
- Steinbrugge, K. V., Zacher, E. G., Tocher, D., Whitten, C. A., & Claire, C. N. (1960). Creep on the San Andreas fault. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 50(3), 389-415. Sylvester, A. G. 1986. <https://doi.org/10.1785/BSSA0500030389>
- Sylvester, A. G. (1988). Strike-slip faults. *Geological Society of America Bulletin*, 100(11), 1666-1703. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1988\)100<1666:SSF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1988)100<1666:SSF>2.3.CO;2)
- Şengör, A. M. C., Görür, N., & Şaroğlu, F. (1985). Strike slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In Kevin T. Biddle, Nicholas Christie-Blick (Eds.), *Strike Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation*, (pp. 227-264), Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, OK. <https://doi.org/10.2110/pec.85.37.0211>
- Şengör, A.M.C., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, p.181-241.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H., & Jackson, J. (1991). Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). *Geophysical Journal International*, 106(3), 537-550. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1991.tb06328.x>
- United States Geological Survey (2023, Mart 1) *Latest earthquakes map*. United States Geological Survey.
- Vedder, J. G., & Wallace, R. E. (1970). Map showing recently active breaks along the San Andreas and related faults between Cholame Valley and Tejon Pass, California: U.S. Geological Survey Map 1-574, <https://doi.org/10.3133/i574>
- Wallace, R. E. (1949). Structure of a portion of the San Andreas rift in southern California. *Geological Society of America Bulletin*, 60(4), 781-806. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1949\)60\[781:SO-APOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1949)60[781:SO-APOT]2.0.CO;2)
- Wallace, R. E. (1976). The Talas-Fergana fault, Kirghiz and Kazakh, U.S.S.R. *Earthquake Information Bulletin*, 8, p. 4-13.
- Wells, D. L., & Coppersmith, K. J. (1994). New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(4), 974-1002. <https://doi.org/10.1785/BSSA0840040974>
- Willis, B. (1937). Geologic observations in the Philippines archipelago. *National Research Council of the Philippines Bulletin*, 13.
- Yurtmen, S., Guillou, H., Westaway, R., Rowbotham, G., & Tatar, O. (2002). Rate of strike-slip motion on the Amanos Fault (Karasu Valley, southern Turkey) constrained by K–Ar dating and geochemical analysis of Quaternary basalts. *Tectonophysics*, 344(3-4), 207-246. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(01\)00265-7](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00265-7)
- Zhang, B., Liao, Y., Guo, S., Wallace, R. E., Bucknam, R. C., & Hanks, T. C. (1986). Fault scarps related to the 1739 earthquake and seismicity of the Yinchuan graben, Ningxia Huizu Zizhiqu, China. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 76(5), 1253-1287. <https://doi.org/10.1785/BSSA0760051253>
- Zhang, W., Jiao, D., Zhang, P., Molnar, P., Burchfiel, B.C., Deng, Q., Wang, Y., & Song, F. (1987). Displacement along the Haiuan fault associated with the great 1920 Haiyuan, China, earthquake. *Seismological Society of America Bulletin*, 77 (1), 117-131. <https://doi.org/10.1785/BSSA0770010117>



Geomorphological deformation examples induced by the February 06, 2023, Pazarcık earthquake (Kahramanmaraş, Türkiye)

06 Şubat 2023, Pazarcık (Kahramanmaraş, Türkiye) depreminin neden olduğu jeomorfolojik deformasyon örnekleri

Hüseyin Turoğlu^a  Osman Sarıgül^b 

^a İstanbul University, Faculty of Letters, Department of Geography, İstanbul, Türkiye.

^b İstanbul University, Institute of Social Sciences, Geography Doctorate Program, İstanbul, Türkiye,

ORCID: H.T. 0000-0003-0173-6995; O.S. 0000-0002-4677-5157

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 12.06.2023

Kabul/Accepted: 10.07.2023

Anahtar Kelimeler:

06 Şubat 2023 Depremi

Pazarcık Fayı

Sol yanal atım

Jeomorfolojik

Deformasyon

Keywords:

February 06, 2023

Earthquake

Pazarcık Fault

left lateral offset

Geomorphological

Deformation.

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(H. Turoğlu) turogluh@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1313551



Atıf/Citation:

Turoğlu, H., & Sangül, O. (2023). Geomorphological deformation examples induced by the February 06, 2023, Pazarcık earthquake (Kahramanmaraş, Türkiye). *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 23-34. <https://doi.org/10.17211/tcd.1313551>

ABSTRACT / ÖZ

The left-laterally strike-slip Pazarcık fault is one of the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) segments. On February 6, 2023, the ±85 km long Pazarcık fault generated a highly destructive Mw=7.7 earthquake. This study aims to explain the geomorphological deformations caused by the February 6, 2023, Pazarcık earthquake with typical examples. The surface rupture of the earthquake between Türkoğlu and Gölbaşı was followed precisely, and the changes in the earth's surface due to the left lateral strike-slip were determined, measured, and recorded. A DJI Phantom 4 and a DJI Mini Drone were used for aerial measurements and recordings during the fieldwork. Garmin e-Trex 10 handheld GPS and tape measure were used for terrestrial measurements.

During the field studies, the surface rupture of the earthquake was investigated from a geomorphological perspective and mapped by taking location data. It was determined by the measurements that the left lateral offset distances in the surface fracture vary between 4.0-6.5m. One of the geomorphological deformations of the February 6, 2023 earthquake is transpressional ridges and/or transtensional depressions. Transpressional shortening and/or transtensional extension deformations due to a single surface rupture are the natural consequences of the curvilinear slip plane of the left-laterally strike-slip Pazarcık fault. Liquefaction samples with different characteristics were observed in the Sakarkaya alluvial fill area within the Gölbaşı depression. Rockfalls occurred on sandstone, mudstone, and limestone rock slopes weakened by the discontinuity due to the density of cracks outcropping in the valley where the surface rupture passes in the Kartal, Sakarkaya section. During field studies, slides and spreading were also observed. Typical examples of slide occurred on the unconsolidated fill ground on the south coast of Gölbaşı Lake with a slight slope towards the lake as a result of the vibration effect of the earthquake. In addition, the vibration effect of the earthquake caused lateral spreading deformations in the artificial fillings of road and road junction structures.

Sol yanal atımlı Pazarcık fayı; Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) nun segmentlerinden biridir. ±85 km uzunluğundaki Pazarcık fayı 06 Şubat 2023 tarihinde Mw=7.7 büyüklüğünde bir deprem üretmiştir. Bu çalışmada, 06 Şubat 2023 Pazarcık depreminin neden olduğu jeomorfolojik deformasyonların, tipik örneklemeler ile açıklanması amaçlanmıştır. Depremin, Türkoğlu-Gölbaşı arasındaki yüzey kırığı birebir takip edilerek, sol yanal atım nedeniyle yeryüzünde meydana gelen değişimler tespit edilmiş, ölçümlenmiş ve kayıt edilmiştir. Saha çalışması sırasında havadan yapılan ölçüm ve kayıtlarda DJI Phantom 4 ve DJI Mini Drone kullanılmıştır. Yersel ölçümlerde ise Garmin el GPS ve şerit metre kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında depremin yüzey kırığı jeomorfolojik perspektifte araştırılmış, lokasyon verisi alınarak, haritalanmıştır. Yüzey kırığındaki sol yanal atım mesafeleri 4-6.5m arasında değişiklik gösterdiği yapılan ölçümlerle tespit edilmiştir. 06 Şubat 2023 depreminin jeomorfolojik deformasyonlarından biri sıkışma sırtları ve açılma çöküntüleridir. Bu morfolojik deformasyonlar; sol yanal atımlı Pazarcık fayının eğrisel kayma düzleminin ortaya çıkardığı doğal sonuçlardır. Farklı özelliklere sahip sıvılaşma örnekleri Gölbaşı depresyonunun Sakarkaya mevki alüvyial dolgu sahasında gözlenmiştir. Kaya düşmeleri Kartal-Sakarkaya bölümünde yüzey kırığının içinden geçtiği vadide yüzeylenen çatlak yoğunluğu nedeniyle süreksizliğin zayıflatığı kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı yamaçlarında meydana gelmiştir. Saha çalışmaları sırasında kayma ve yayılmalar da gözlenmiştir. Kaymaların tipik örnekleri Gölbaşı Gölü'nün güney kıyısında göle doğru az eğimli konsolide olmamış dolgu zeminde depremin vibrasyon etkisi ile meydana gelmiştir. Yine depremin vibrasyon etkisi yol ve kavşak inşaatlarına ait yapay dolgulara yanal yayılma deformasyonlarına neden olmuştur.

1. Introduction

Two major earthquakes occurred in Kahramanmaraş (Türkiye) on February 06, 2023. One is the Pazarcık (Kahramanmaraş) (37.236 N – 37.057 E) earthquake with a magnitude of $M_w=7.7$, which occurred at 04:17 local time. The other is the earthquake whose epicenter was Elbistan (Kahramanmaraş) (38.089 N – 37.239 E) at 13:24 local time on the same day, and its magnitude was recorded as $M_w=7.6$ (Figure 1). Also, two

major earthquakes occurred on February 06, 2023; at 04:26 local time, the epicenter was Nurdağı (Gaziantep) with $M_w=6.4$, and at 04:36 local time, the epicenter was İslahiye (Gaziantep) with $M_w=6.5$. Then on February 20, 2023, at 20:04 local time, the epicenter was Defne (Hatay), where $M_w=6.4$ were recorded. Between February 06, 2023, and May 07, 2023, a total of 560 earthquakes with $M \geq 4.0$ occurred (AFAD, 2023; BDTİM, 2023; KRDAE, 2023; Kürçer et al., 2023a; Kürçer et al., 2023b, Utkucu et al., 2023).



Figure 1: Anatolian plate and main tectonic lines (in small frame) (Armijo et al., 1999), East Anatolian Fault (EAF) (MTA, 2023 ve ATAG, 2023), Pazarcık segment (red line) (Karabacak et al., 2023), locations of February 06, 2023, and February 20, 2023 earthquakes (AFAD, 2023; Kürçer et al., 2023b; Utkucu et al., 2023).

2. Material and Method

Due to the consequences of the earthquakes, 11 provinces were declared as disaster zones. According to official records, more than 50,000 people lost their lives due to the earthquakes, more than half a million buildings were damaged, communication, transportation, and energy infrastructure were damaged in the earthquake zone, and significant financial losses occurred (SBB, 2023). Tectonic movements that caused the earthquakes also caused morphological changes on the earth's surface. In this research, the geomorphological deformations due to the tectonic movements that caused by the Pazarcık earthquake of February 06, 2023 were investigated, and typical representative geomorphic deformation examples were discussed.

The research was carried out in two stages, first as field research and then as the evaluation of field data. During the field study, the surface rupture of the Pazarcık segment was followed, and the geomorphological changes caused by the left-lateral displacement of the blocks were measured. A DJI Phantom 4 Drone, a DJI Mini Drone, Garmin e-Trex 10 handheld GPS, tape measure, and Nikon D7200 Digital camera were used in the measurements. The digital data obtained from the field studies were analyzed and mapped using Geographic Information Systems (GIS) technologies and ArcMap 10.7 software. In addition, 1/25000 scale topography and geological maps of the study area, SRTM, and ATLAS Applications were also used.

3. Results

3.1. Tectonic and Geomorphic Setting

The compressive stress due to the northward movement of the Arabian plate caused the Anatolian block to shift westwards through the North Anatolian Fault (NAF) and the East Anatolian Fault (EAF) (Şengor & Yılmaz, 1981; Dewey et al., 1986; Hempton, 1987; Yılmaz, 1993; Armijo et al., 1999) (Figure 1). The EAF, which is one of the two main strike-slip faults, is an active left-lateral strike-slip fault zone with a length of approximately 550 km, running roughly from Samandağ (Hatay) in the south to Karlıova (Bingöl) in the north (Figure 1). The section of the DAF between Türkoğlu and Gölbaşı is referred to as the Pazarcık segment (Khalifa et al., 2018; Güvercin et al., 2022; Karabacak et al., 2023; Kürçer et al., 2023a; Kürçer et al., 2023b) (Figure 2).

The Pazarcık segment is represented by a curvilinear surface rupture running roughly northeast-southwest between Türkoğlu and Gölbaşı (Figure 2). The southern part of the surface rupture continues, passing through the alluvial plain of the Türkoğlu depression, including the Türkoğlu and Kılılı settlements, and then turning slightly to the east-northeast within the Kuyumcular, Tevekkeli, and Çiğli hillside settlements. These slopes are generally represented by ophiolitic melange. The ophiolitic melange series has a limited distribution in the NE direction. In the ENE direction are sandstone, mudstone, and limestone outcrops around Kartal and Sakarkaya. The surface rupture of the left lateral strike-slip fault is traced in the northeast direction from Çiğli within this lithologically diverse high mass (Figure 2).

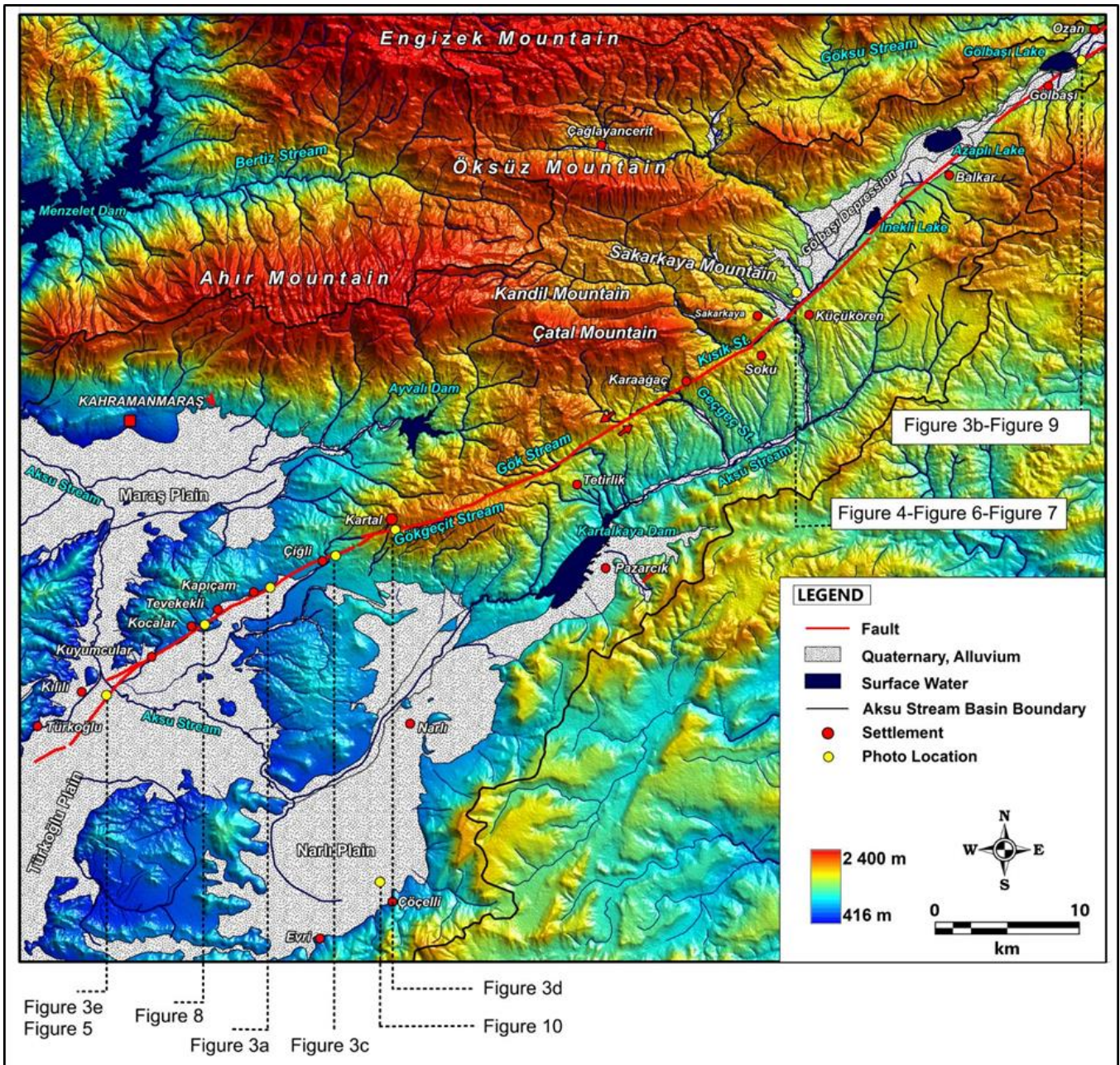


Figure 2: EAF Pazarlık segment and locations of described geomorphological deformation samples of the tectonic movement.

The Çiğli, Kartal, and Sakarkaya section of the Pazarlık segment between 900-1200 m elevations is located in a rugged morphology, and the surface rupture of the fault is oriented roughly northeast-west-southwest in this section (Figure 2). Then, the surface fracture of the left laterally thrust fault is traced in the northeast-southwest direction in the Gölbaşı depression. The Gölbaşı depression is an alluvial-filled tectonic plain between Sakarkaya and Gölbaşı and is largely occupied by the Inekli, Azaplı, and Gölbaşı lakes and their shoreline reeds and marshes (Figure 2). The strike-slip fault deformation effect of the DAF Pazarlık segment has also significantly affected the drainage system. Kısık Stream, Geçgeç Stream, Killisu (Gök) Stream and some small streams are tributaries joining from the north to the Aksu Stream, and these streams offset about 1000 m towards the southwest (left) on the Pazarlık fault at the Çiğli and Sakarkaya section. The offset on streams between Çiğli and Sakarkaya reflects the deformation of the tectonic movement on the drainage system (Figure 2) (Turoğlu & Sarıgül, 2023).

3. 2. Geomorphic deformations

The geometry of the surface rupture, transpressional ridges, transtensional depressions, liquefaction structures, offsets on natural and artificial structures, and slope failers (rock falls, slides) are the major geomorphological deformation types caused by moving blocks during the DAF Pazarlık earthquakes on 06 February 2023. These geomorphological deformation types are discussed here, with an example to introduce their characteristics (Figures 1 and 2).

3.2.1. Surface rupture and seismic displacement

Although its main direction is SW-NE, the ± 85 km long left-lateral strike-slip fault shows a loose sinusoidal curvature (Figure 2). While the surface rupture of the left lateral strike-slip fault is roughly in the SW-NE direction between Türkoğlu and Çiğli, it makes a slight turn towards ENE in the Çiğli-Kartal section and continues roughly in the WSW-ENE direction. The surface fracture then turns NE in the vicinity of Sakarkaya slightly and is followed in this direction in the Gölbaşı depression. The strike of the fault in Gölbaşı depression is

roughly SW-NE. Large and small-scale curvatures of the fault caused morphological deformations such as a transtensional extension by releasing a bend in the alluvial plain in the NE Türkoğlu section, and a transpressional ridge by restraining the bend in the alluvial plain in the NE Sakarkaya section. The offset distances on the Pazarcık fault are unequal throughout the surface rupture, and offsets between 4.0-6.30 m were

measured. However, the typical offset distance is approximately 5m.

Measurable displacement deformations in natural and artificial structures with distinct boundary features, such as roads, natural drainage channels, water channels, land boundaries, and railways, were considered the defining evidence of the sinistral strike-slip fault (Figure 3).

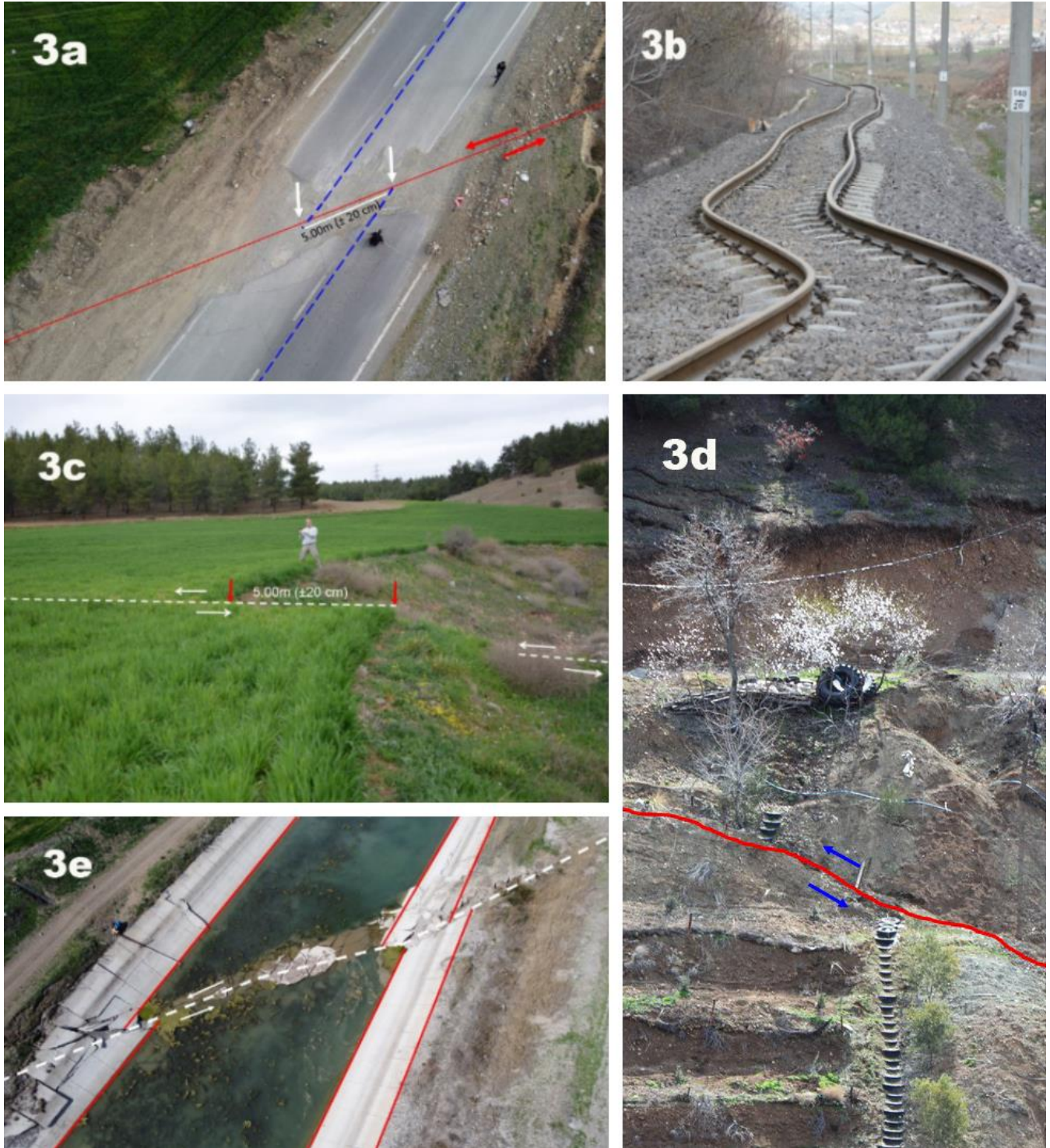


Figure 3: Evidence of offset that occurred on the sinistral strike-slip Pazarcık fault with the February 06, 2023 earthquake (3a: The offset on Gaziantep-Kahramanmaraş highway, 3b: Gölbaşı town, 3c: East of Çiğli village, 3d: Kartal village, 3e: Southeast of Kılılı) (Figure 2).

3.2.2. Transpressional ridges and transtensional depressions

In the strike-slip fault mechanism, the horizontally and oppositely displaced blocks cause surface deformation such as the uplifts by compression and subsidence by extension

during these movements. These surface deformations come from single restraining and releasing bends, or stepovers due to the curvature of the strike-slip fault line (McClay & Bonora,

2001; Cunningham & Mann, 2007). In strike-slip faults, the restraining bends or stepovers create the effect of Transpressional shortening and Transtensional extension zones. Transpressional shortening causes local linear ridges on the topography surface that continue along the surface fracture. They represent the anticlinal uplifts in a typically positive flower structure. Transtensional extension creates depression deformation (Christie-Blick & Biddle, 1985; Dewey et al., 1986; Sylvester, 1988; McClay & Bonora, 2001; Burbank & Anderson, 2008; Huang & Liu, 2017). The depressions formed by single releasing bends or stepovers create oblique displacements with vertical displacement components (Christie-Blick & Biddle, 1985; Cunningham & Mann, 2007). Due to strike-slip faults, the changes in the topography surface differ depending on whether the ground is sedimentary or rocky and its resistance against the deformation, as well as the magnitude of compressional and tensional forces. The compression and opening structures formed on the surface rupture of the Pazarcık segment, which forms part of the EAF zone (Figure 1), are due to the curvilinear character of the Pazarcık fault (Figure 2) (Turoğlu & Sarigül, 2023).

3.2.2.1. Transpression structure

After 06 February 2023, earthquake-induced compression

ridges (linear uplifting heave structures) were observed on the flat and almost flat, young alluvial accumulation morphologies in the Sakarkaya region of the surface rupture between Sakarkaya and Gölbaşı (Figure 3). These deformation structures are reliefs in a fan cross-section shape rising from the surface and continuing along the surface rupture of the fault. Although dimensions vary, heights between 0.70-1.50 m and widths between 3.50-7.00 m were measured in the field. The ridge surface is characterized by longitudinal cracks forming stepping, with elevation differences (Figure 4) (Turoğlu & Sarigül, 2023). The ridge's fractured and irregular surface structure is within the boundary of the fan-shaped relief surface. These morphologies are also described as classical, positive flower structures (Huang & Liu, 2017). The compression structures forming a linear ridge were formed where the parabolic curve in the surface fracture was restricted or prevented to the left. The relationship between the inhibition of the left offset and the compressive stress determined the rise and ridge formation dimensions. This is because, while the compression structure did not develop within the eastern part of the Gölbaşı depression, the compression ridge starts to form within the western part of the Gölbaşı depression, in the alluvial plains near Sakarkaya. The dimensions of the compression ridges continue to increase in the direction of Mount Sakarkaya.



Figure 4: Dimensions of the transpression zones (height, width, length) were formed under the control of the compression process (Figure 2). Depending on the compaction pressure, the deformation dimensions change.

3.2.2.2. Transtension structure

The February 06, 2023 earthquake caused local subsidence on the surface rupture of the sinistral strike-slip Pazarcık fault. These depressions were formed by the blocks moving in the opposite direction, in parabolic linearity, moving away from each other. The asymmetric depression (Figure 5) formed on the SW part of the Pazarcık fault near Türkoğlu represents this type of transtensional depression. The sinistral strike-slip in the region is in SW-NE directions. Depths of 1.00-1.70 m were measured along the SE boundary and 0.50-1.00 m along the NW boundary of the depression shown in Figure 5. In the NW bloc bounding the depression, the vertical displacement varies between 0.0-1.0 m. The releasing bend depression reaches a width of ± 30.00 m

(Figure 4), and the surface ruptures approach each other in the direction of Türkoğlu (Figure 5).

The releasing bend depressions on the Pazarcık fault also contain oblique displacements. Oblique displacement in a depression (Figure 5) was measured up to ± 1.7 m during field studies. The local ponding developed on the deeper SW surface fracture side of the depression (Figure 5) is one of the largest ponds on the surface rupture. But in most cases, the morphological deformations that occur with vertical and horizontal displacements of a few meters on these accumulation plains, and agricultural areas are rapidly erased from the topography surface by the interventions of farmers with tractors.

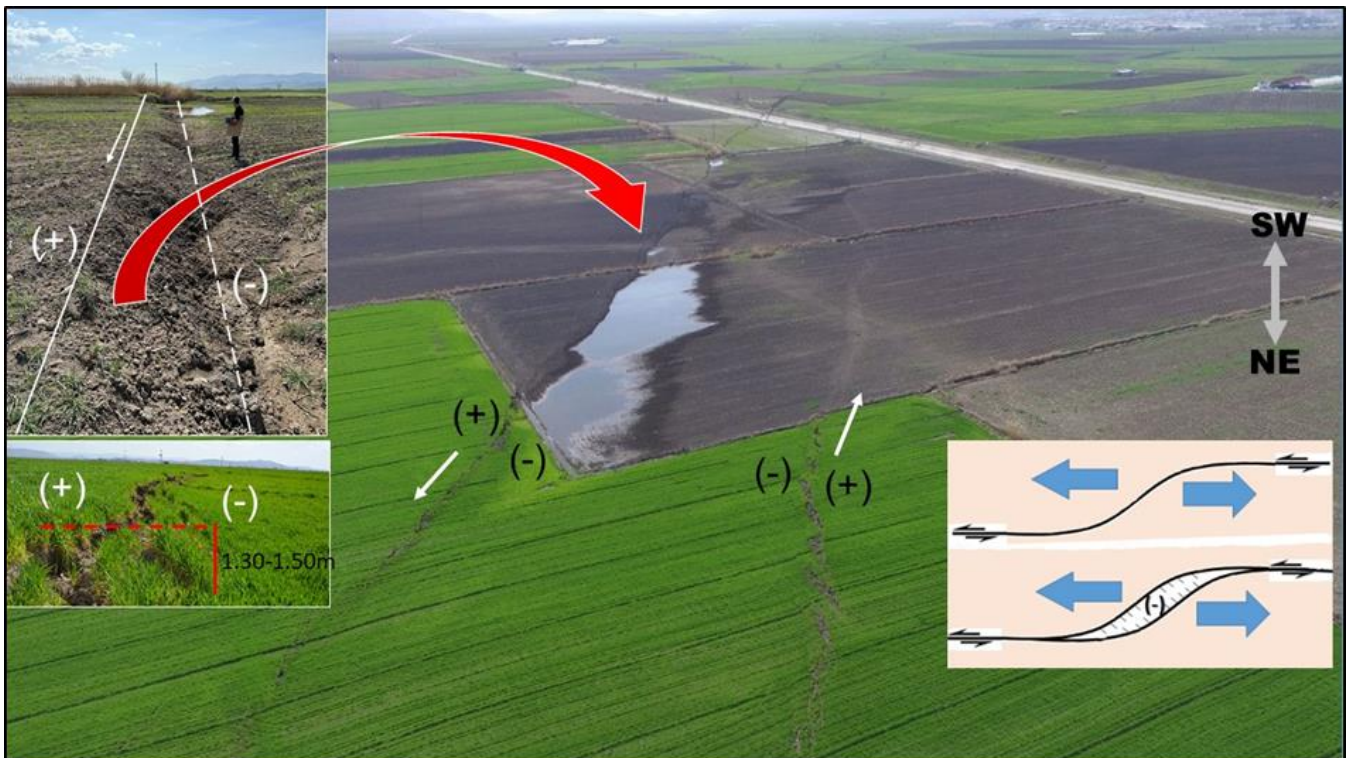


Figure 5: This depression near Türkoğlu is one of the depressions caused by blocks moving away from each other on the curvilinear left-lateral strike-slip fault (Figure 2).

3. 2. 3. Liquefaction structures

In water-saturated, fine-grained dendritic alluvial-filled ground, the tensile-compressive stress effect caused by the earthquake creates a pore water pressure in the soil, and liquefaction occurs. As the pore water pressure increases, the contact between the grains decreases, the water concentration increases, and this unit shows fluid behavior. In compression structures on strike-slip faults, compressive stress causes this fine-grained fluid to rise to the surface, and liquefaction cone structures and liquefaction cracks and depressions may develop (Figure 6) (NRC, 1985; Vallejo, 1992; Rauch, 1997; Sciarra et al., 2012; Tuttle et al., 2019; Shao et al., 2020).

The Sakarkaya-Gölbaşı section of the Pazarcık fault passes through a water-saturated, young, detrital, alluvial accumulation plain belonging to Quaternary lake/marsh and river deposits (Figure 2). Typical liquefaction structures formed by the February 06, 2023 earthquake were observed along the compression ridge within the Quaternary Sakarkaya alluvial plain. Liquefaction structures have developed individually (Figure 6a) or several together (Figure 6c), or several clustered together (Figure 6d). Another liquefaction morphology observed in this region is liquefaction fissure. The

surfacing of the fluid containing fine-grained elements such as clay, silt, and sand due to liquefaction occurred in such a way to form a linear fissure (Figure 6e) (Turoğlu & Sarigül, 2023).

The liquefaction structures observed in the Sakarkaya-Gölbaşı section of the Pazarcık fault are a natural result of restraining bends stress in the curvilinear surface fracture of the fault. The compressive stress causes fine sand and silt fluid to rise through the alluvial ground to the surface and spread out in blowing. Single liquefaction cones are 50-150 cm in diameter, with cone edge heights of 20-50 cm (Figure 6a). Multiple combined liquefaction cone forms and sizes vary according to the number of fluid stacks and sand accumulation volumes (Figure 6). The liquefaction structures within the Sakarkaya alluvial plain are remarkable for their alignment in the same direction with surface rupture and compaction structures in the form of ridges. Despite removing water in the fluid after the surfacing of fluid, the clay and silt it contains accumulated at the mouth of the fine sand cone or along the fissure (Figure 6). Liquefaction sludge bubbles, liquefaction sludge flow and ponding, and liquefaction sludge blankets are other examples of liquefaction morphologies observed on or near the surface fracture after the earthquake (Figure 7).

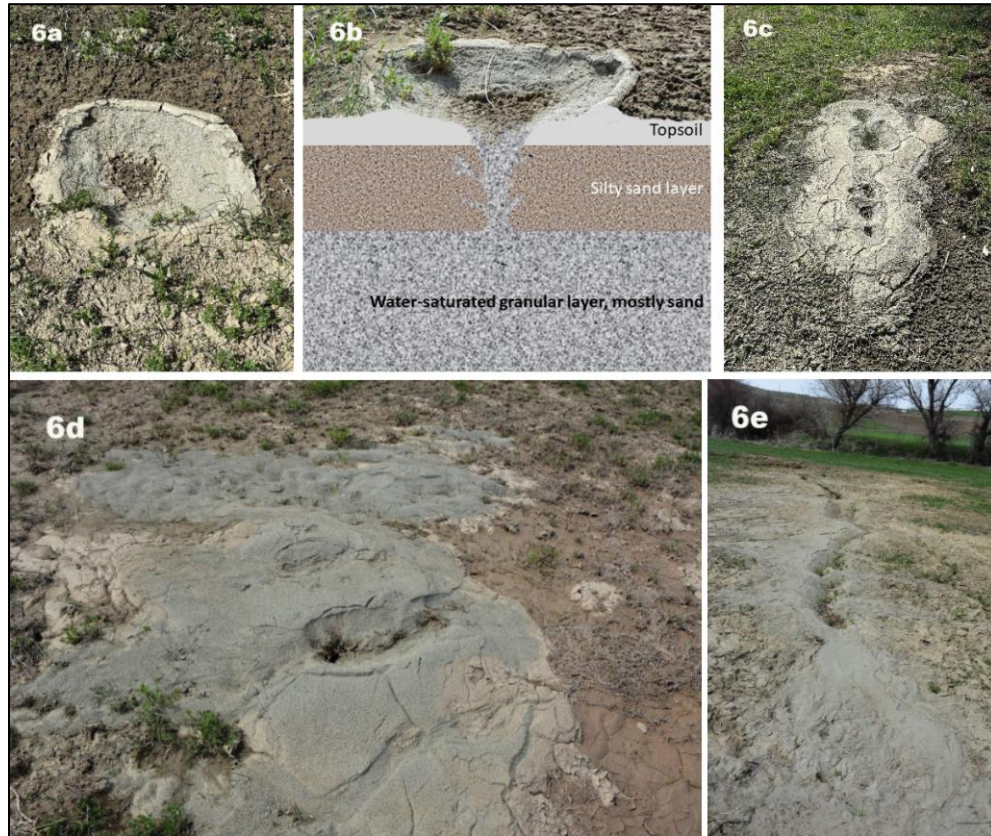


Figure 6: Examples of liquefaction structures. (a) Fine sand and silt blow, (b) Cross-sectional properties of a sand and silt blow, (c) Multiple grains of sand and silt blow arrays, (d) A cluster of multiple sand blows, (e) Sand and silt blow fissures (Figure 2).

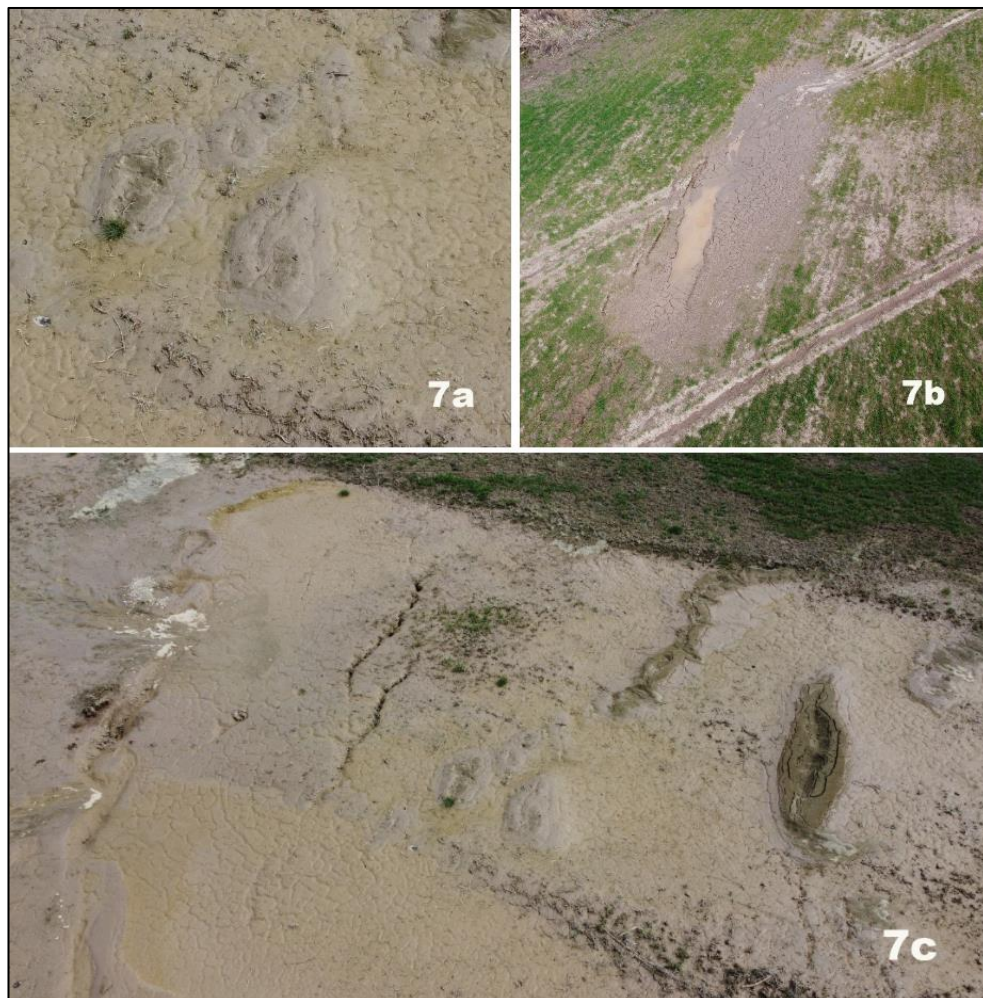


Figure 7: (a) Liquefaction sludge bubbles, (b) liquefaction mud flows and ponding, and (c) liquefaction sludge blankets (Figure 2).

3.2.4. Slope failures

Tectonic displacements along a fracture in the earth's crust cause discontinuity problems in rocks (Eitzenberger, 2012; Roy & Sarkar, 2015) and mass movements (Hack et al., 2007; Moore et al., 2012; Aydan, 2016; Tang et al., 2021; Singeisen et al., 2022) due to the stress and vibration effect of the earthquake on the rocks. Rockfalls, landslides, and slides are the most common types of slope failures on the Pazarcık segment during the February 06, 2023, Pazarcık earthquakes. Considering the morphological characteristics of earthquake-induced slope failures, it is seen that they are different from gravitation-induced slope failures. The main difference arises from the stress and vibration effect created on the ground by the tectonic movement, which is the triggering force. The common features of the slope instabilities observed in the field are related to their distribution. Slope problems were observed not only along the surface rupture of the earthquake but also on distant slopes.

3.2.4.1. Rockfalls

Rockfalls triggered by tectonic movement are common on slopes where discontinuity density is high and physical weathering processes are active. The severity of discontinuity and weathering in rocks weakens or eliminates their resistance to tectonic stress-strain and vibration. In this case,

earthquake-induced rockfalls are inevitable (Moore et al., 2012; Aydan, 2016; Tang et al., 2021; Massey et al., 2022; Singeisen et al., 2022; Zheng et al., 2022). Examples of rockfalls occurred on the slopes along the surface rupture in the roughly WSW-ENE trending pressure ridge high mass between Kartal and Sakarkaya (Figure 2). The sandstone, mudstone, and especially limestone outcrops in the Sakarkaya section of the high mass consist of rocks with intense discontinuities. These discontinuities can be traced by cracks and fissures on rock surfaces devoid of soil and vegetation (Figure 8). Previous tectonic activities were primarily effective in forming and intensifying cracks and fissures in the rocks. Compression, shortening, and uplift deformation due to the curvilinearity of the left lateral strike fault is the leading cause of discontinuities in the rocks of Çataldağ, Mount Sakarkaya. It is also recognized that physical weathering processes such as freeze-thaw cycles and daily and seasonal temperature changes play an essential role in developing these cracks and fissures. The fracture and fissure systems were formed and developed by previous earthquakes on the slopes of Çataldağ and Mount Sakarkaya have prepared favorable conditions for forming rock blocks, and rock falls. The February 06, 2023 earthquakes played a triggering role in the fall of these rocks. Earthquake-induced falling blocks range from 1.00 m to several meters (Figure 8) (Turoğlu & Sarigül, 2023).



Figure 8: Kuyumcular-Kapıçam motorway, the surface rupture of February 06, 2023, Pazarcık earthquake crossing the left slope, causing large limestone blocks to break off and fall from this slope (Figure 2).

3.2.4.2. Ground sliding and lateral spreading

Tectonic movements also play a triggering role in ground deformations in the form of sliding and spreading with the stress-strain and vibration effects they cause. Textural and structural features of the filled/covered ground, intergranular cohesion, topographic slope values, and the degree of water saturation are the determining parameters for earthquake-induced slides and lateral spreading. Ground slides do not have the general characteristic of being distributed close to the surface rupture like rock falls (Chen et al., 2018; Singeisen et al., 2022). The ground deformations such as sliding, cleavage, sinking, and collapse occurring on the shores of Gölbaşı Lake,

roughly parallel to the lake shore, are morphological deterioration and changes caused by the shaking effect of the February 06, 2023 earthquake. Examples of this type of geomorphologic deformation developed on the northern block of the surface fracture of the fault on the shores of Gölbaşı Lake (Figure 9) (Turoğlu & Sarigül, 2023). Deformation is widespread on the southern shores of Gölbaşı Lake, on a very young, unconsolidated accumulation plain sloping 2-10° towards the lake. On the lake shores where the slope is between 7-10°, the lakeward sliding, cleavages are deeper (1-1.5 m) and wider (0.5-1.5 m), and the lakeward displacements

are pronounced (Figure 9a). Where the degree of slope decreases (for shores between 2-5°), these dimensions are

also reduced, and the number of linear deformations increases, while the continuities become shorter (Figure 9b, 9c).



Figure 9: Lateral spreading on the shore of Gölbaşı Lake induced by the earthquake ground shaking (Figure 2).

The purpose of a road embankment is to raise the road platform, and this is made by compacting unconsolidated granular materials in general. The shaking force of an earthquake, however, easily weakens the cohesion between the grains in such embankment structures, destabilizing the stability of the embankment and causing cleavages, lateral spreading, and sinking deformations. In the February 06, 2023 earthquake, the shaking effect of the earthquake caused cleavages and lateral spreading deformations in the road embankment at the Çöçelli junction of the Gaziantep-Kahramanmaraş road (Figure 10). These surface deformations in anthropogenic ground structures do not have the characteristic of being close to the surface fracture of the fault. On the other hand, the intensity of the earthquake-induced shaking is decisive for such surface deformations. Two main

processes were influential in the occurrence of this earthquake-induced deformation. One of them is that the shaking force of the earthquake directly destabilizes the embankment, causing cleavages, lateral spreading, and sinking deformations. The other process is indirect impact. This intersection embankment was constructed on water-saturated, detrital, alluvial, and unconsolidated weak ground. Such grounds have a high risk of liquefaction, sinking, and collapse during earthquakes. In addition, these types of soils are poor conductors for earthquake waves. In such soils, seismic waves travel more slowly, and this causes more damage. The road embankment at the Çöçelli intersection was built on this type of ground. Therefore, due to the magnifying role of the ground on the shaking effect of the seismic waves, the cleavages, lateral spreading, and sinking deformations of the intersection embankment were more magnified.



Figure 10: Gaziantep-Kahramanmaraş road Çöçelli intersection, cleavages, lateral spreading, and sinking deformations in the intersection road embankment (Figure 2).

6. Conclusion

The surface fracture of the ±85 km long Pazarcık segment, which is a part of the sinistral strike-slip EAF formed by the February 06, 2023 earthquake, was followed, and the evaluations were made subsequently by investigating the geomorphological deformations in the field.

Compression ridges and transtensional depressions were formed on the surface fracture traced between Türkoğlu and Gölbaşı. The main reason for these morphological deformations is the curvilinear fracture of the sinistral strike-slip fault. The pressure ridge, one of the main morphological units in the study area consisting of the Kandil, Çataldağ, and Sakarkaya mountain peaks, is the morphological result of the curvilinearity of the Pazarcık fault. Compression ridges on the surface rupture, formed by the February 06, 2023 earthquake, developed in the alluvial plain NE of Sakarkaya pressure ridge. Opening depressions are other examples of the geomorphologic deformation caused by the last earthquake within the Türkoğlu depression.

Liquefaction structures classified into different types were observed on the alluvial plain near Sakarkaya in the SW part of the Gölbaşı depression. Liquefaction blowing, consisting of silt and fine sand, linearly arranged liquefaction eruptions, clustered samples, and spreading or flowing samples, were considered as different liquefaction structure examples.

Rock falls were observed on the surface rupture in the slopes of the Çataldağ-Sakarkaya pressure ridge. Discontinuities caused by previous tectonic activities on the rocks and deformations, the effect of physical weathering, have weakened the durability of the rock slopes. As a result, on February 06, 2023, earthquake rockfalls occurred on such slopes.

Ground slidings and lateral spreadings in the poor ground are also examples of geomorphological deformations caused by the shaking effect of the February 06, 2023 earthquake. Typical sliding, cleavage, and sinking samples were observed on the southern shores of Gölbaşı Lake. The sampled sliding, cleavage, and sinking deformations were realized as the movement of the unconsolidated, slightly sloping embankment towards Gölbaşı Lake in the slope direction due to the shaking effect of the earthquake. A typical example of lateral spreading in the field is the spreading deformation in the road embankment at the Çöçelli junction of the Gaziantep-Kahramanmaraş road. In this lateral spreading example, the road and intersection embankment lost its stability due to the shaking effect of the earthquake and was deformed by cleavages, lateral spreading, and sinking.

Conflict of Interest:

The authors declared no conflict of interest.

Author contribution:

The planning, scientific content, and design of the study were done by H.T. Fieldwork (surveying and UAV data collection, photography), and preparation of maps was carried out by H.T. and O.S. Data description, explanation, and writing of the manuscript was realized by H.T.

References

- AFAD (2023). *06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık ve Elbistan) Depremleri Saha Çalışmaları Ön Değerlendirme Raporu*. https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Arazi_Onrapor_28022_023_surum1_revize.pdf
- Aktif Tektonik Araştırma Grubu (ATAG). (2023). *Yerbilimleri veri kataloğu*. <https://atag.itu.edu.tr/v4/?p=135>
- Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A., & Barka, A. (1999). Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Geology*, 27(3), 267-270. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1999\)027<0267:WPOTNA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1999)027<0267:WPOTNA>2.3.CO;2)
- Aydan, Ö. (2016). Large Rock Slope Failures Induced by Recent Earthquakes. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 49, 2503–2524. <https://doi.org/10.1007/s00603-016-0975-3>
- BDTİM (2023). Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/>
- Burbank, D.W. & Anderson, R.S. (2008). *Tectonic geomorphology*. Blackwell Science Ltd. ISBN 978-0-632-04386-6.
- Chen, X-li., Liu, C-guo., Wang, M-ming. & Zhou, Q. (2018). Causes of unusual distribution of coseismic landslides triggered by the Mw 6.1 2014 Ludian, Yunnan, China earthquake. *Journal of Asian Earth Sciences*, 159, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.03.010>
- Christie-Blick, N, & Biddle, K. T. (1985). Deformation and basin formation along strike-slip faults. In K. T. Biddle & N. Christie-Blick (Eds.), *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 1–34. Doi:[10.2110/pec.85.37.0001](https://doi.org/10.2110/pec.85.37.0001)
- Cunningham, W.D. & Mann, P. (2007). Tectonics of strike-slip restraining and releasing bends. İçinde: Cunningham, W. D. & Mann, P. (eds) *Tectonics of Strike-Slip Restraining and Releasing Bends*. Geological Society, London, Special Publications, 290, 1–12. <https://www.lyellcollection.org/doi/10.1144/SP290.1>
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. & Şengör, A.M.C., (1986). Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia—a young collision zone, *Geological Society Special Publication*, 19(1), 1–36.
- Dewey, J.E., Holdsworth, R.E. & Strachan, R.A. (1998). Transpression and transtension zones. In: Holdsworth, R.E., Strachan, R.A., Dewey, J. E (eds) 1998. *Continental Transpressional and Transtensional Tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, 135, 1-14. <https://www.lyellcollection.org/doi/pdf/10.1144/gsl.sp.1998.135.01.01>
- Eitzenberger, A. (2012). *Wave Propagation in Rock and the Influence of Discontinuities*. Doctorial Thesis, Division of Mining and Geotechnical Engineering, Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering, Luleå University of Technology, SE-971 87 Luleå, SWEDEN. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:990707/FULLTEXT01.pdf>

- Güvercin, S.E., Karabulut, H., Konca, A.Ö., Doğan, U. & Ergintav, S. (2022). Active seismotectonics of the East Anatolian Fault. *Geophysical Journal International*, 230, 50–69. <https://doi.org/10.1093/gji/ggac045>
- Hack, R., Alkema, D., Kruse, G.A.M., Leenders, N. & Luzi, L. (2007). Influence of earthquakes on the stability of slopes. *Engineering Geology*, 91(1), 4–15. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2006.12.016>
- Hempton, M.R. (1987). Constraints on Arabian Plate motion and extensional history of the Red Sea. *Tectonics*, 6, 687–705.
- Huang, L. & Liu, C.-y. (2017). Three types of flower structures in a divergent-wrench fault zone. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122, 10478–10497. <https://doi.org/10.1002/2017JB014675>
- Karabacak, V., Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Tatar, O., Aktuğ, B., Özdağ, Ö.C., Çakır, R., Aksoy, E., Koçbulut, F., Softa, M., Akgün, E., Demir, A. & Arslan, G. (2023). The 2023 Pazarlık (Kahramanmaraş, Türkiye) Earthquake (Mw: 7.7): Implications for surface rupture dynamics along the East Anatolian Fault Zone. *Journal of the Geological Society*, 180 (3) <https://doi.org/10.1144/jgs2023-020>
- Khalifa, A., Çakır, Z., Owen, L.A. & Kaya, Ş. (2018). Morphotectonic analysis of the East Anatolian Fault, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 27, 110-126. doi:10.3906/yer-1707-16
- KRDAE (2023). B.Ü. 06 Şubat 2023 Ekinözü Kahramanmaraş Depremi Basın Bülteni. Kandilli Rasathanesi ve DAE, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Ve Değerlendirme Merkezi. http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/wp-content/uploads/2023/02/20230206_1024_KAHRAMANMA_RAS.pdf
- Kürçer, A., Elmacı, H., Özdemir, E., Güven, C., Güler, T., Avcu, İ. & Özalp, S. (2023a). 06 Şubat 2023 Pazarlık (Kahramanmaraş) Depremi (Mw 7,7) Saha Gözlem Raporları Serisi 1- Amanos Segmenti. https://www.mta.gov.tr/files/img/popup/06022023_pazarcik%4B1k_depremi_saha_gozlem_raporu_1_amanos_segm_enti.pdf
- Kürçer, A., Elmacı, H., Özdemir, E., Güven, C. & Özalp, S. (2023b). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Genişletilmiş Bilgi Notu. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/deprem/pdf/Genisletilmis_Bilgi_Notu_06_Subat_2023%20KMaras_Depremleri.pdf
- Maden Tetik Arama (2023). *Yer bilimleri harita görüntüleyici*. Maden Tetik Arama ve Genel Müdürlüğü. <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>
- Massey, C. I., Olsen, M. J., Wartman, J., Senogles, A., Lukovic, B., Leshchinsky, B. A., Archibald, G., Litchfield, N., Van Dissen, R., de Vilder, S. & Holden, C. (2022). Rockfall Activity Rates Before, During and After the 2010/2011 Canterbury Earthquake Sequence. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 127(3): e2021JF006400. <https://doi.org/10.1029/2021JF006400>
- McClay, K. & Bonora, M. (2001). Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. *AAPG Bulletin*, 85(2), 233–260. http://activetectonics.asu.edu/ActiveFaultingSeminar/Papers/McClay_Bonora_2001.pdf
- Moore, J.R., Gischig, V., Amann, F., Hunziker, M., Hunziker, M. & Burjanek, J. (2012). Earthquake-triggered rock slope failures: Damage and site effects. *Conference: Proceedings 11th International & 2nd North American Symposium on Landslides*. https://www.researchgate.net/publication/260981734_Earthquake-triggered_rock_slope_failures_Damage_and_site_effects
- NRC (1985). *Liquefaction of soil during earthquakes*. PB86-163110 Final Report. National Research Council, Commission on Engineering and Technical System. National Science Foundation, National Academy Press, Washington. <https://nehrpsearch.nist.gov/static/files/NSF/PB86163110.pdf>
- Rauch, A.F. (1997). *Soil liquefaction in earthquakes* 2.1. Definition of Soil Liquefaction Chapter 2, 7-18. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/30346/Chp02.pdf?sequence=7>
- Roy, N. & Sarkar, R. (2015). Effect of mechanical properties of discontinuity on the seismic stability of tunnel in jointed rock mass. *50th Indian Geotechnical Conference 17th – 19th December 2015, Pune, Maharashtra, India*. https://www.researchgate.net/publication/287330896_EFFECT_OF_MECHANICAL_PROPERTIES_OF_DISCONTINUITY_ON_THE_SEISMIC_STABILITY_OF_TUNNEL_IN_JOINTED_ROCK_MASS
- Sciarra, A., Cantucci, B., Buttinelli, M., Galli, G., Nazzari, M., Pizzino, L. & Quattrocchi, L. (2012). Soil-gas survey of liquefaction and collapsed caves during the Emilia seismic sequence. *Annals of Geophysics*, 55(4), 803-809. doi: 10.4401/ag-6122. <https://www.annalsofgeophysics.eu/index.php/annals/article/view/6122>
- SBB (2023). *2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu*. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>
- Shao, Z-Fu, Zhong, J-Hua, Howell, J., Hao, B., Luan, X-Wu, Liu, Z-Xuan, Ran, W-Min, Zhang, Y-Feng, Yuan, H-Qi, Liu, J-Jing, Ni, L-Tian, Song, G-Xian, Liu, J-Lin, Zhang, W-Xin. & Zhao, B. (2020). Liquefaction structures induced by the M5.7 earthquake on May 28, 2018 in Songyuan, Jilin Province, NE China and research implication. *Journal of Palaeogeography*, 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s42501-019-0053-3>
- Singeisen, C., Massey, C., Wolter, A., Kellett, R., Bloom, C., Stahl, T., Gasston, C. & Jones, K. (2022). Mechanisms of rock slope failures triggered by the 2016 Mw 7.8 Kaikōura earthquake and implications for landslide susceptibility. *Geomorphology*, 415, 108386. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108386>
- Sylvester, A.G. (1988). Strike-Slip Faults. *Geological Society of America Bulletin*, 100(11), 1666-1703. DOI:10.1130/0016-7606(1988)100<1666:ssf>2.3.co;2
- Şengör, A.M.C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181–241.
- Tang, H., Wu, Z., Che, A., Yuan, C. & Deng, Q. (2012). Failure Mechanism of Rock Slopes under Different Seismic Excitation. *Hindawi, Advances in Materials Science and Engineering*, 2021, Article ID 8866119, 16 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/8866119>

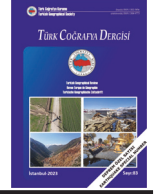
- Turoğlu, H. & Sarıgöl, O. (2023, March 27). *DAF Pazarcık segmenti, 06 Şubat 2023 depremi jeomorfolojik deformasyon örnekleri* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JvGLSwJ5J6U&t=357s>
- Tuttle, M.P., Hartleb, R., Wolf, L. & Mayne, P.W. (2019). Paleoliquefaction Studies and the Evaluation of Seismic Hazard. *Geosciences*, 9(7), 311. <https://doi.org/10.3390/geosciences9070311>
- Utkucu, M., Uzunca, F., Durmuş, H., Nalbant, S., Sert, S. (2023). The 2023 Pazarcık (Mw=7.8) And Elbistan (Mw=7.6), Kahramanmaraş Earthquakes in The Southeast Türkiye. Sakarya University, Disaster Management Application and Research Center and Department of Geophysic. <http://www.aym.sakarya.edu.tr/2023/02/24/the-2023-pazarcik-mw7-8-and-elbistan-mw7-6-kahramanmaras-earthquakes-in-the-southeast-turkiye/>
- Vallejo, L.E. (1992). Liquefaction zones predicted by the type of stresses induced by the ends of fault segments. *Earthquake Engineering, Tenth World Conference-1992, Balkema, Rotterdam*, ISBN 9054100605, 1355-1359. https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/10_vol3_1355.pdf
- Yılmaz, Y. (1993). New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen, *Bulletin of the Geological Society of America*, 105, 251–271.
- Zheng, L., Wu, Y., Zhu, Y., Ren, K., Wei, Q., Wu, W. & Zhang, H. (2022). Investigating the Role of Earthquakes on the Stability of Dangerous Rock Masses and Rockfall Dynamics. *Frontiers in Earth Science*, 9, 824889. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.8248>



Basılı ISSN 1302-5856

Türk Coğrafya Dergisi
Turkish Geographical Review
 www.tcd.org.tr

Elektronik ISSN 1308-9773



06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 mw. ve Elbistan 7.6 mw.) depremleri sonrası Kahramanmaraş şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin incelenmesi

06 February 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 mw. and Elbistan 7.6 mw.) earthquakes and investigation of particulate matter pollution in Kahramanmaraş city

Fatih Adıgüzel^{a*} 

^a Bitlis Eren Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri, Bitlis, Türkiye.

ORCID: F.A. 0000-0002-5978-2495

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 04.09.2023

Kabul/Accepted: 02.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Deprem
 Hava kirliliği
 Partikül madde
 Kahramanmaraş

Keywords:

Earthquake
 Air pollution
 Particulate matter
 Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(F. Adıgüzel) fadiguzel@beu.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1354765



Atf/Citation:

Adıgüzel, F. (2023). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 mw. ve Elbistan 7.6 mw.) depremleri sonrası Kahramanmaraş şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 35-43.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1354765>

ÖZ / ABSTRACT

Depremler dünya genelinde sıkça yaşanan doğal afetlerdir ve genellikle büyük zararlara yol açarlar. Sadece bina yıkımlarıyla sınırlı kalmazlar, aynı zamanda çevresel sorunların kaynağı olabilirler. Özellikle büyük depremlerde, yıkılan binaların enkazı zararlı partiküllerin atmosfere salınmasına neden olur. Bu partikül maddeler, çevresel sorunlara yol açar ve hava kalitesindeki değişiklikler çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak kabul edilir. Solunabilir partikül madde yüksek konsantrasyonları, insan sağlığı ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturur. Ayrıca, depremler sonucu oluşan partikül maddeler içerisindeki ağır metaller, toksik etkilere yol açabilir. 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında, etkilenen bölgelerde oluşan partikül madde miktarının belirlenmesi, kentsel iyileştirme çalışmalarına rehberlik edebilir ve yaşam kalitesini koruma çabalarına katkı sağlayabilir. Bu araştırma, Kahramanmaraş şehrinin farklı bölgelerinde atmosferdeki partikül madde seviyelerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Özellikle 6 Şubat tarihli depremlerin ardından farklı bölgelerde ve zaman dilimlerinde partikül madde ölçümleri yapılmıştır. Bu yaklaşım, depremin çevresel etkilerini ve partikül madde dağılımını daha ayrıntılı bir şekilde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Hassas bir "CEM DT-9880" cihazı kullanılarak yapılan partikül madde ölçümleri, ArcGIS yazılımıyla Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (IDW) yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuçlar, depremin çevresel etkilerini anlamamıza ve potansiyel riskleri değerlendirmemize yardımcı olacak önemli bilgiler sunmaktadır. Şazi Bey, Hacı Bayram Veli ve Yunus Emre mahallelerinde yüksek partikül madde kirliliği gözlemlenmiş, yeşil alanların ise daha düşük kirlilik seviyelerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışma, depremin çevresel etkilerini vurgulayarak benzer çalışmalara katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Bu tür araştırmalar, depremin çevresel etkilerini anlama ve deprem sonrası önlemler alma konusunda büyük önem taşımaktadır.

Earthquakes are frequent natural disasters worldwide and often result in significant damage. They not only lead to building collapses but can also be a source of environmental problems. Especially in large earthquakes, the debris from collapsed buildings can release harmful particles into the atmosphere. These particulate matter materials contribute to environmental issues and changes in air quality are considered indicators of environmental degradation. High concentrations of breathable particulate matter pose a serious threat to human health and the environment. Additionally, heavy metals within the particulate matter generated as a result of earthquakes can have toxic effects. Following the earthquakes centered in Kahramanmaraş on February 6, 2023, determining the quantity of particulate matter in the affected areas can guide urban improvement efforts and contribute to efforts to maintain the quality of life. This research was conducted to examine the levels of particulate matter in the atmosphere in different regions of Kahramanmaraş city, particularly in the aftermath of the earthquakes on February 6. Particulate matter measurements were taken in different areas and time periods. This approach aims to analyze the environmental effects of the earthquake and the distribution of particulate matter in more detail. Particulate matter measurements, conducted using a sensitive "CEM DT-9880" device, were analyzed using the Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation method with ArcGIS software. The results provide valuable information that can help us understand the environmental effects of the earthquake and assess potential risks. High levels of particulate matter pollution were observed in Şazi Bey, Hacı Bayram Veli, and Yunus Emre neighborhoods, while green areas had lower pollution levels. This study aims to emphasize the environmental impacts of earthquakes and contribute to similar research efforts. Such studies are of great importance in understanding the environmental effects of earthquakes and taking post-earthquake measures.

Extended Abstract

Introduction

Turkey is located on the active seismic belt known as the Alp-Himalayan earthquake zone, with 42% of its landmass situated within the first-degree earthquake zone. Over the past century, destructive earthquakes have occurred every three years on average, causing significant loss of life and urban destruction. Notably, cities like Erzincan, Kahramanmaraş, Kocaeli, Tekirdağ, and Bolu have experienced major earthquakes. Earthquakes not only result in health problems but also pose environmental challenges, including the release of materials like rubble, dust, and pollutants that harm the ecosystem. Particulate matter, such as PM_{2.5} and PM₁₀, generated from collapsed buildings and construction sites, can threaten both human health and the environment. Additionally, heavy metals like cadmium and nickel can become toxic when inhaled or ingested, potentially leading to fatalities. The aftermath of earthquakes can also alter soil composition, further damaging ecosystems. Understanding and mitigating the impact of particulate matter and heavy metals in urban areas affected by earthquakes are crucial for preserving both public health and the environment. This study aims to quantify the particulate matter generated in the regions affected by the February 6, 2023 earthquakes in Kahramanmaraş and support decision-making for post-earthquake urban improvement efforts to maintain the quality of life.

Data and Method

This study was designed to encompass a total of 30 different sampling points across various regions of Kahramanmaraş city. The main objective of this research is to determine the levels of particulate matter in the atmosphere following the earthquakes that occurred in Kahramanmaraş on February 6. Measurements of these particulate matters were conducted during two different periods, namely June and August, with particle sizes of 2.5 and 10 micrometers. The measurements were taken in areas with a high concentration of collapsed and heavily damaged buildings, as well as in regions with minimal or no destruction. This approach aims to comprehensively examine the environmental effects of the earthquake and the distribution of particulate matter. A "CEM DT-9880" device with six channels was employed for particulate matter measurements, known for its precision in measuring atmospheric particulate matter levels. The obtained data were processed using ArcGIS 10.8.1 software, utilizing the Inverse Distance Weighting (IDW) method for analysis. ArcGIS software facilitates the creation of highly accurate models between measurement points, enabling a more detailed examination of the data. These analyses play a crucial role in understanding the environmental impacts of the earthquake and assessing potential risks.

Results and Discussion

This study delves into the environmental aftermath of the earthquake that struck Kahramanmaraş, Turkey, on February 6, 2023, with a specific focus on the levels of particulate matter (PM) pollution in the region. The research demonstrates that substantial quantities of particulate matter were released into the atmosphere during the demolition of buildings damaged or destroyed in the earthquake, significantly affecting air quality. Measurements of PM_{2.5} and PM₁₀ were conducted during

the demolition of buildings damaged or destroyed in the earthquake, significantly affecting air quality. Measurements of PM_{2.5} and PM₁₀ were conducted during the months of June and August, revealing notable variations in pollution levels across the city. The Şazi Bey neighborhood, which includes the Ebrar site, exhibited the highest PM pollution levels. In June, PM_{2.5} levels in this area reached 907 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, and in August, they were measured at 892 $\mu\text{m}/\text{m}^3$. Subsequently, Yunus Emre neighborhood also had elevated PM_{2.5} pollution levels, registering 858 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in June and 747 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in August. In contrast, areas with less demolition activities displayed lower PM pollution levels. Further analysis of PM_{2.5} levels in the eastern part of the city revealed measurements of 120 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in Avşar Mahallesi in June and 75 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in August. Similarly, Yamaçtepe Mahallesi had measurements of 153 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in June and 105 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in August. Additionally, neighborhoods with more green spaces exhibited decreased pollution levels due to the pollutant-absorbing capacity of vegetation. Examining PM₁₀ measurements, it was observed that Şazi Bey and Hacı Bayram Veli neighborhoods experienced the highest pollution levels. Şazi Bey recorded PM₁₀ levels of 790 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in June and 752 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ in August. In contrast, Şeyh Adil, Üngüt Mahallesi, and Mimar Sinan Mahallesi exhibited the lowest PM₁₀ pollution levels. Overall, the study underscores the substantial increase in PM pollution levels during and after the demolition of buildings following the earthquake, particularly in the eastern and central areas of the city where construction and demolition activities were most intense. These findings highlight the potential health risks associated with post-earthquake PM pollution, including respiratory and cardiovascular issues. To mitigate these risks, public awareness campaigns and educational initiatives emphasizing protective measures, such as mask usage, are recommended. Preserving and expanding green spaces within the city is also identified as a crucial strategy to reduce pollution levels. Enforcing strict dust control measures during construction activities and establishing a comprehensive air quality monitoring system with public accessibility to real-time data are additional recommendations. In conclusion, this study provides valuable insights into the environmental repercussions of earthquakes and the associated PM pollution levels in Kahramanmaraş. Further research and proactive measures are imperative to address post-earthquake environmental challenges, protect public health, and enhance overall environmental quality. Understanding and mitigating the environmental impacts of earthquakes are essential for safeguarding the well-being of communities.

1. Giriş

Türkiye dünyanın aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Yüz ölçümünün % 42'si birinci derece deprem kuşağı üzerinde olan ülkemizde 20.yy'ın başlarından itibaren her üç yılda birçok yıkıcı deprem olduğu bilinmektedir (Uslu & Uzun, 2014). Ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde büyüklüğü 7.0'a yakın (altında ve üzerinde) depremlere rastlanmaktadır (Tablo 1). Bu depremler can kaybı ve kentlerin yıkımı açısından oldukça büyük depremlerdir. Yaklaşık 120 yıllık süreçte Erzincan, Kahramanmaraş, Kocaeli, Tekirdağ, Bolu en büyük depremlerin olduğu illerimiz olarak karşımıza çıkmaktadır. Deprem, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de yıkımlara ve kayıplara neden olmaktadır. Deprem sonucunda bölgede yaşayanlar sağlık sorunlarının yanı sıra

çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır (Güleç Balbay, 2023; Kalaycı vd., 2023). Deprem sonrasında ortaya çıkan materyaller (enkazlardan çıkan molozlar, hasarlı yapıların yıkımı esnasında çıkan malzeme, toz, vb) çevre sorunlarına dolayısıyla deprem bölgesi ekosisteminde önemli zararlara neden olmaktadır (Taş vd, 2000). Deprem sonucu yıkılan binalardan kaynaklanan toz ve partiküllerin solunması çok ciddi sağlık sorunlarına da yol açabilmektedir (Güleç Balbay, 2023). Havadaki partikül madde miktarı kent ekosisteminde ortaya çıkan bozulmaların düzeyinin belirlenmesinde önemli bir göstere olarak kabul edilmektedir (Batur & Aksu, 2021). Kentsel alanda önemli bir hava kirleticisi kabul edilen partikül madde toplam asılı partikül (TMS), solunabilir partikül (PM10), zararsız partikül (PM2.5) ve çok zararsız partikül (PM1.0) olarak gruplandırılmaktadır (Vural, 2021; Sarı & Adıgüzel, 2023). Yüksek konsantrasyondaki partikül madde değerleri insan sağlığını ve çevreyi tehdit etmesi açısından tehlike yaratmaktadır. Partikül maddenin boyutu küçüldükçe havada asılı kalma süresi artmaktadır. Bu kapsamda PM2.5'in haftalar boyunca havada asılı kalabileceği ve uzun mesafeler boyunca hareket edebileceği bilinmektedir. PM10 sağlık açısından çok yüksek risk taşıyan; akciğere rahatlıkla girebilen kirleticiler arasında yer almaktadır. Rüzgârla uzak mesafelere taşınabilmektedir. Trafik, maden ocakları, inşaat alanları gibi pek çok faaliyet sonucu ortaya çıkabilmektedir (Özbeğ, Tufaner vd., 2016). Havada uzun süre asılı kalabilen 10 mikrondan küçük partiküller solunum yoluyla insan bünyesine ulaşabilecek büyüklükte olup; çok önemli çevresel sorunların oluşmasına da neden olmaktadır. Solunabilir düzeyde küçük olan ağır metal partikülleri de insan bünyesinde toksisiteye yol açmaktadır (Yatkin & Bayram, 2007). Partikül maddelerin kentsel alanda çok yoğun olması ölümle sonuçlanabilmektedir (Altınok & Eskiocak, 2020). Sağlık sorunlarının yanı sıra toprağın yapısını değiştirmek suretiyle de ekosisteme zarar vermektedir (Zeydan, 2021). Deprem sonrası kentsel alanda (örneğin yollar) enkazlar ya da bina yıkımları nedeniyle oluşan partikül madde ile ağır metaller artış göstermektedir. Bu metaller arasında kadmiyum (Cd), krom (Cr), nikel (Ni), çinko (Zn) yer almaktadır. Özellikle kadmiyum ve nikelin insan bünyesi için toksik etki yapabileceği bilinmektedir. Ağır metaller insan bünyesine besin, deri ve solunum yoluyla girmektedir. Tolere edilebilir konsantrasyonun üzerinde olması halinde ölüme dahi neden olabilmektedir (Dündar & Pala, 2022).

6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremlerden etkilenen 11 ilde (Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gazian-

tep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye, Şanlıurfa) mesken, kamu, işyeri ve diğer olmak üzere toplam 2.618.697 adet bina bulunmaktadır. Binaların % 90 kadarı mesken; % 6'sı işyeri; % 2.9'u kamu binasıdır. Bu binaların % 65'inde hasar tespiti yapılmıştır. Binaların % 50'si hasarsız, % 25'i az hasarlı, %10'u ağır hasarlı, % 2.3'ü orta hasarlıdır. Binaların % 3'ü yıkık-acil yıkılacak olanlardan oluşmaktadır. Yıkılan ve hasar gören binalar içerisinde kültürel yapılar, okullar, idari binalar, hastaneler, oteller de bulunmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı, 2023). Binaların yıkımı esnasında ortaya çıkabilecek partikül maddeler sağlık ve çevre konusunda oluşturabileceği olumsuzluklar nedeniyle önem kazanmaktadır. Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremlerden etkilenen illerde ortaya çıkan partikül madde miktarının ortaya konulmasını hedeflemektedir. Çalışmanın deprem sonrası kentsel alanda yapılacak iyileştirme çalışmaları kapsamında yaşam kalitesinin en uygun düzeyde tutulması amacıyla verilecek kararlara destek olacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Çalışma Alanı ve Sınırları

Kahramanmaraş şehri (Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçeleri), Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz Bölgesi'nin Adana bölümünde bulunan bir şehirdir. Şehir, coğrafi olarak Ahır Dağı'nın güney yamacında konumlanmıştır ve deniz seviyesinden yaklaşık 650 metre yükseklikte yer almaktadır (Şekil 1). Materyal ve Yöntem

2.2. Materyal ve Yöntem

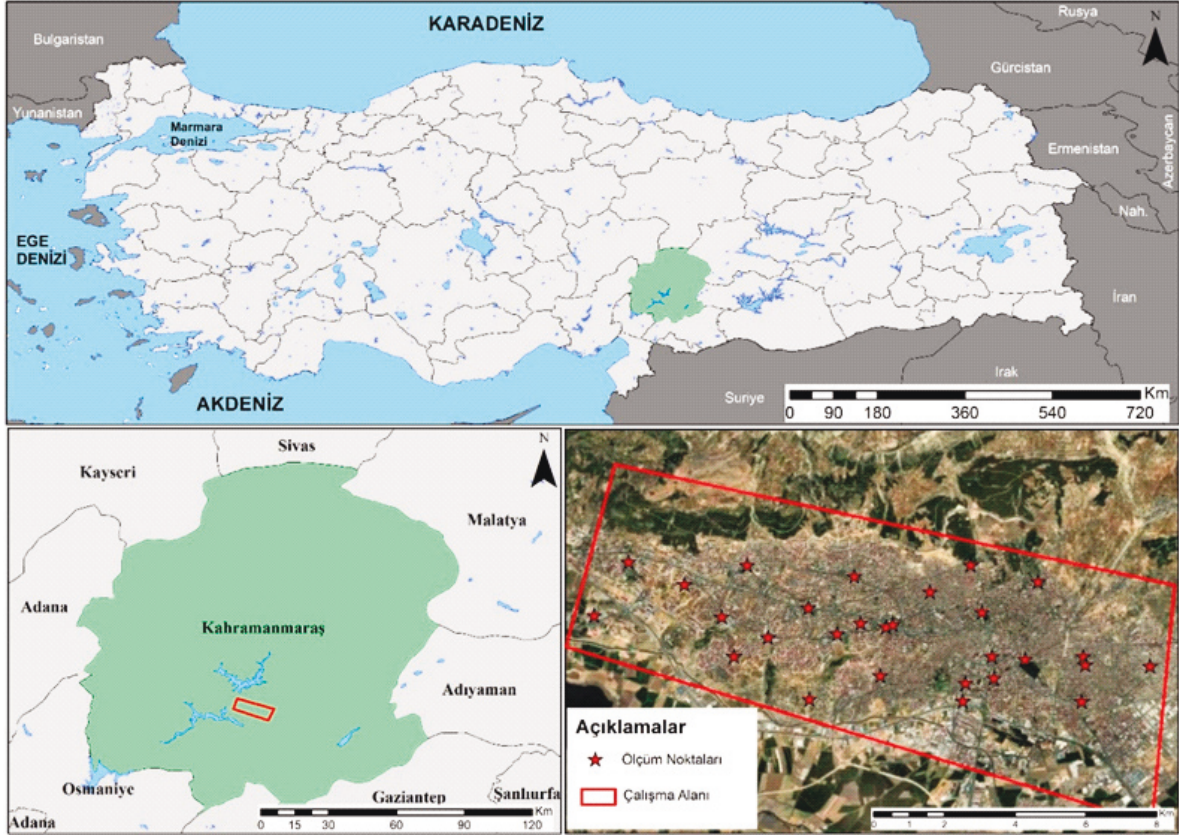
Bu çalışma, Kahramanmaraş şehrinin çeşitli bölgelerinden toplamda 30 farklı örnekleme noktasını kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu araştırmanın temel amacı, Kahramanmaraş'ta 6 Şubat tarihinde meydana gelen depremlerin sonrasında atmosferdeki partikül madde seviyelerini belirlemektir. Bu partikül maddelerin ölçümleri, Haziran ve Ağustos aylarında, 2,5 ve 10 mikrometre boyutlarında iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, Kahramanmaraş şehrinin çeşitli bölgelerinden toplamda 30 farklı örnekleme noktasını kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu araştırmanın temel amacı, Kahramanmaraş'ta 6 Şubat tarihinde meydana gelen depremlerin sonrasında atmosferdeki partikül madde seviyelerini belirlemektir. Bu partikül maddelerin ölçümleri, Haziran ve Ağustos aylarında, 2,5 ve 10 mikrometre boyutlarında iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Uyumsuzluk ölçüsü için kritik değerler (Hosking ve Wallis, 1997).

Table 1. Threshold values for discordancy measure (Hosking ve Wallis, 1997).

Yıl	İl	Mw	Yıl	İl	Mw	Yıl	İl	Mw
1905	Malatya	6.8	1951	Çankırı	6.9	1992	Erzincan	6.6
1912	Tekirdağ	7.4	1953	Çanakkale	7.2	1999	Kocaeli	7.6
1914	Burdur	7.0	1955	Aydın	6.8	1999	Bolu	7.1
1916	Tokat	7.1	1957	Bolu	7.1	2002	Afyon	6.5
1919	Balıkesir	7.0	1964	Bursa	7.0	2011	Van	7.1
1924	Erzurum	6.8	1966	Muş	6.9	2020	Elazığ	6.8
1939	Erzincan	7.9	1970	Kütahya	7.2	2020	İzmir	6.6
1942	Tokat	7.0	1971	Bingöl	6.8	2023	K.Maraş	7.7
1943	Çankırı	7.2	1975	Diyarbakır	6.6	2023	K.Maraş	7.6
1944	Bolu	7.3	1976	Van	7.0	2023	Hatay	6.4
1949	Bingöl	6.7	1983	Erzurum	6.6			



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

Figure 1. Work area location map.

3. Bulgular ve Tartışma

06 Şubat 2023 tarihinde yaşanan depremde sonra Kahramanmaraş şehrinde ortaya çıkan partikül madde kirliliğinde, özellikle depremde yıkılan binalardan ve deprem sonrasında ağır hasar alan ve acil yıkılması gereken binaların yıkımı sırasında çevrede önemli derecede partikül madde açığa çıkmıştır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. Deprem sonrası bina yıkımından bir görüntü.

Figure 2. An Image of Building Demolition After the Earthquake.

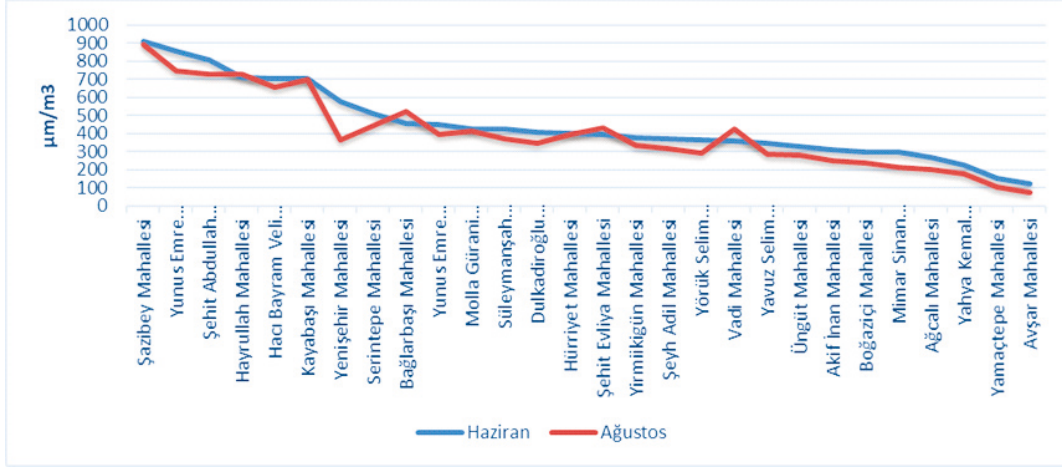


Şekil 3. Deprem sonrası bina yıkımından bir görüntü.

Figure 3. An Image of Building Demolition After the Earthquake.

Şehir merkezinde depremde ilk yıkılan binalardan olan Ebrar sitesi ve çevresinde büyük oranda partikül madde açığa çıkmıştır. Çalışma sahasında partikül madde PM_{2.5} ve PM₁₀ kirliliği değerlendirildiğinde, Ebrar sitesinin de içinde bulunduğu Şazi Bey mahallesi ve çevresinde kirlilik en yüksek seviyede çıkmıştır. Haziran ayında yapılan ölçüm sonucunda PM_{2.5} Şazi Bey mahallesinde 907 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, Ağustos ayında ise 892 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Şazi Bey mahallesi sonrasında ise partikül madde kirlilik seviyesi Yunus Emre Mahallesi'nde haziran ayında 858 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 747 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Şehrin özellikle güneyinde ve kuzeyinde yüksek oranda partikül madde kirliliği oluşmuştur. Şehirde en az PM_{2.5} kirliliği ise depremde en az yıkımın olduğu alanlarda görülmüştür. Şehrin doğusunda yapılan PM_{2.5} ölçümlerinde, Avşar Mahallesi'nde haziran ayında 120 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 75 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yine şehrin batısında bulunan Yamaçtepe Mahallesi'nde haziran ayında 153 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 105 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Bunların dışında da şehir içinde öbek öbek partikül madde kaynaklı kirliliğin yüksek olduğu alanlar görülmektedir (Şekil 4 ve Şekil 5).

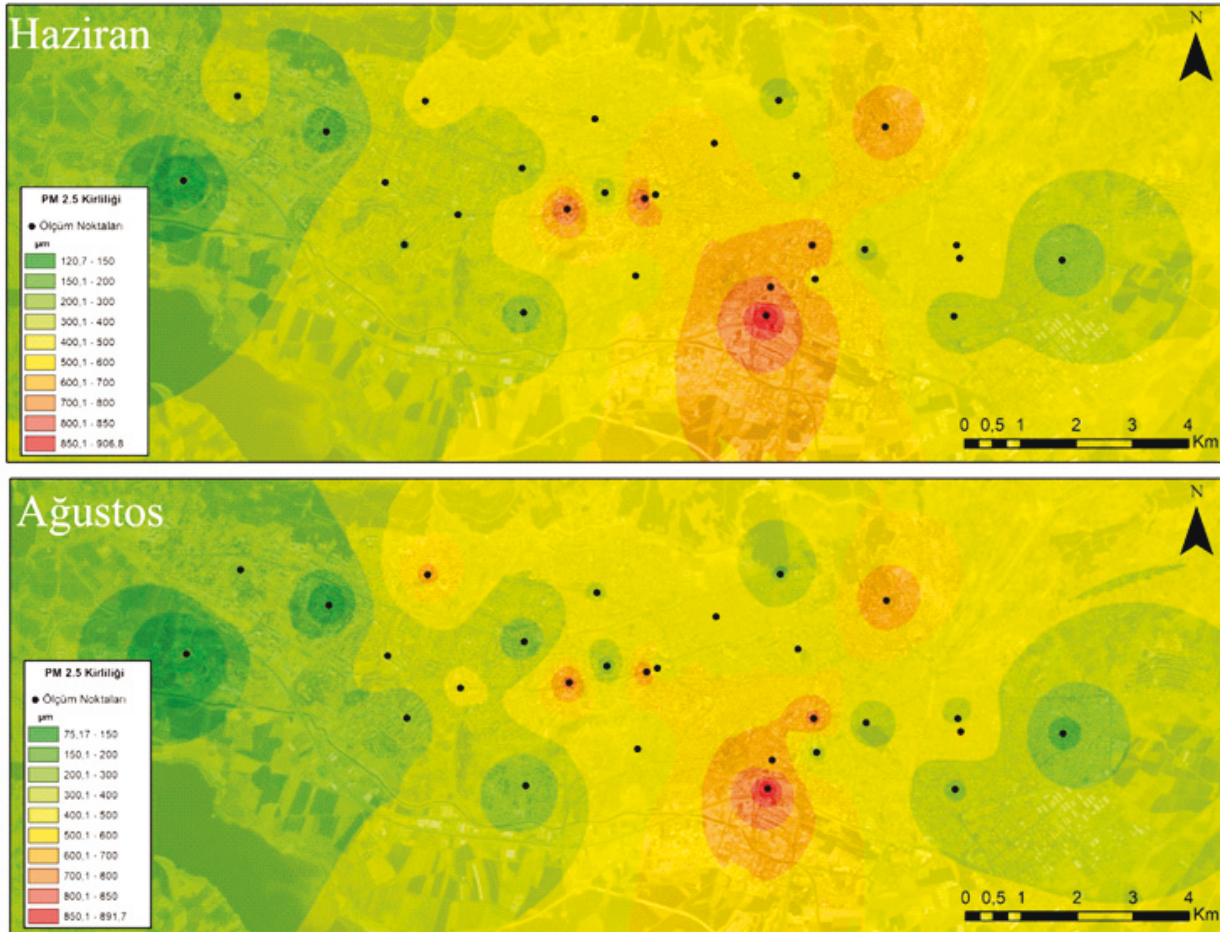
Çalışma alanı içinde yapılan PM_{2.5} ölçümlerinde haziran ayında Şehir Abdullah Çavuş Mahallesi'nde 806 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 730 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyesinde yüksek miktarda partikül madde kirliliği görülmüştür. Hacı Hayrullah Mahallesi'nde haziran ayında 709 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 731 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyesinde partikül madde kirliliği görülmekte iken Hacı Bayram Veli Mahallesi'nde haziran ayında 705 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 658 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ değerinde partikül madde kirliliği görülmektedir. Kayabaşı Mahallesi'nde haziran ayında 701 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 699 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yenişehir Mahallesi'nde haziran ayında PM_{2.5} seviyesi 579 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 363 $\mu\text{m}/\text{m}^3$;



Şekil 4. Deprem Sonrası Bina Yıkımından Bir Görüntü
Figure 4. An Image of Building Demolition After the Earthquake

Serintepe Mahallesi'nde haziran ayında 507 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında 445 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Bağlarbaşı Mahallesi'nde haziran ayında 457 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 523 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyesinde partikül madde kirliliği görülmektedir. Yunus Emre Mahallesi'nin farklı noktasından yapılan ikinci ölçümde haziran ayında 450 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 397 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyelerinde kirlilik tespit edilmiştir. Molla Gürani Mahallesi'nde haziran ayında 425 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 413 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Süleymanşah Mahallesi'nde de haziran ayında 425 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 370 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ miktarında kirlilik tespiti yapılmıştır. Molla Gürani Mahallesi'nde haziran ayında 425 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da

413 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Süleymanşah Mahallesi'nde de haziran ayında 425 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 370 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ miktarında kirlilik tespiti yapılmıştır. Dulkadiroğlu Mahallesi de çalışma alanında kirliliğin fazla olduğu mahallelerden biridir. Dulkadiroğlu Mahallesi'nde haziran ayında 409 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 348 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyelerinde kirlilik tespit edilmiştir. Hürriyet Mahallesi'nde haziran ayında 401 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 397 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Şehit Evliya Mahallesi'nde haziran ayında 395 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 429 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yirmikiğün Mahallesi'nde haziran ayında 378 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ağustos ayında da 334 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyesinde partikül madde kirliliği görülmüştür.



Şekil 5. K.Maraş Şehrinde Deprem Sonrasında Oluşan PM2.5 Kirliliği
Figure 5. PM2.5 pollution in K.Maraş city after the earthquake

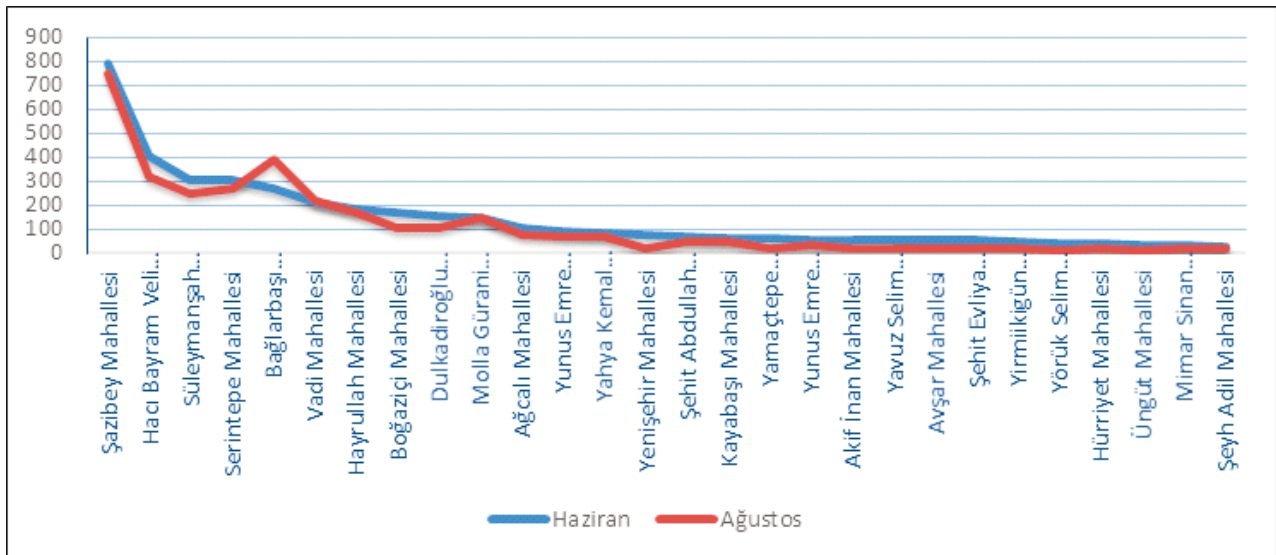
Şeyh Adil Mahallesi'nde haziran ayında 369 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 316 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yörük Selim Mahallesi'nde haziran ayında 365 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 290 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ oranında partikül madde kirliliği görülmektedir. Vadi Mahallesi'nde haziran ayında 357 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 425 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yavuz Selim Mahallesi'nde haziran ayında 345 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 284 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Üngüt Mahallesi'nde haziran ayında 327 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 277 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Akif İnan Mahallesi'nde 309 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 252 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Boğaziçi Mahallesi'nde haziran ayında 298 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 235 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Mimar Sinan Mahallesi'nde haziran ayında 297 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 211 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Ağcalı Mahallesi'nde haziran ayında 267 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, Ağustos ayında da 198 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yahya Kemal Mahallesi'nde haziran ayında 225 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 175 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4 ve Şekil 5).

Çalışma alanında haziran ve ağustos aylarında yapılan PM10 ölçümlerinde, en fazla kirlilik Ebrar sitesinin de içinde olduğu Şazi Bey mahallesi ve çevresinde görülmüştür. Şazi Bey mahallesinde haziran ayında PM10 miktarı 790 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 752 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Şazi Bey Mahallesi dışında Hacı Bayram Veli Mahallesi'nde de kirlilik seviyesi nispeten yüksek seyretmiştir. Hacı Bayram Veli Mahallesi'nde haziran ayında PM10 kirlilik seviyesi 408 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 321 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. PM10 kirliliği en düşük Şeyh Adil, Üngüt Mahallesi ve Mimar Sinan Mahallesi'nde görülmektedir. PM10 ölçümlerinde kirlilik Şeyh Adil Mahallesi'nde haziran ayında 30 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, Ağustos ayında ise 19 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Üngüt Mahallesi'nde haziran ayında 35 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 14 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ölçülmüştür. Mimar Sinan Mahallesi'nde haziran ayında 35 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 20 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Diğer alanlara göre bu mahalleler yıkımın az olduğu ve yeşil alanlara yakınlığından dolayı kirlilik miktarı oldukça düşük seviyelerde tespit edilmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7).

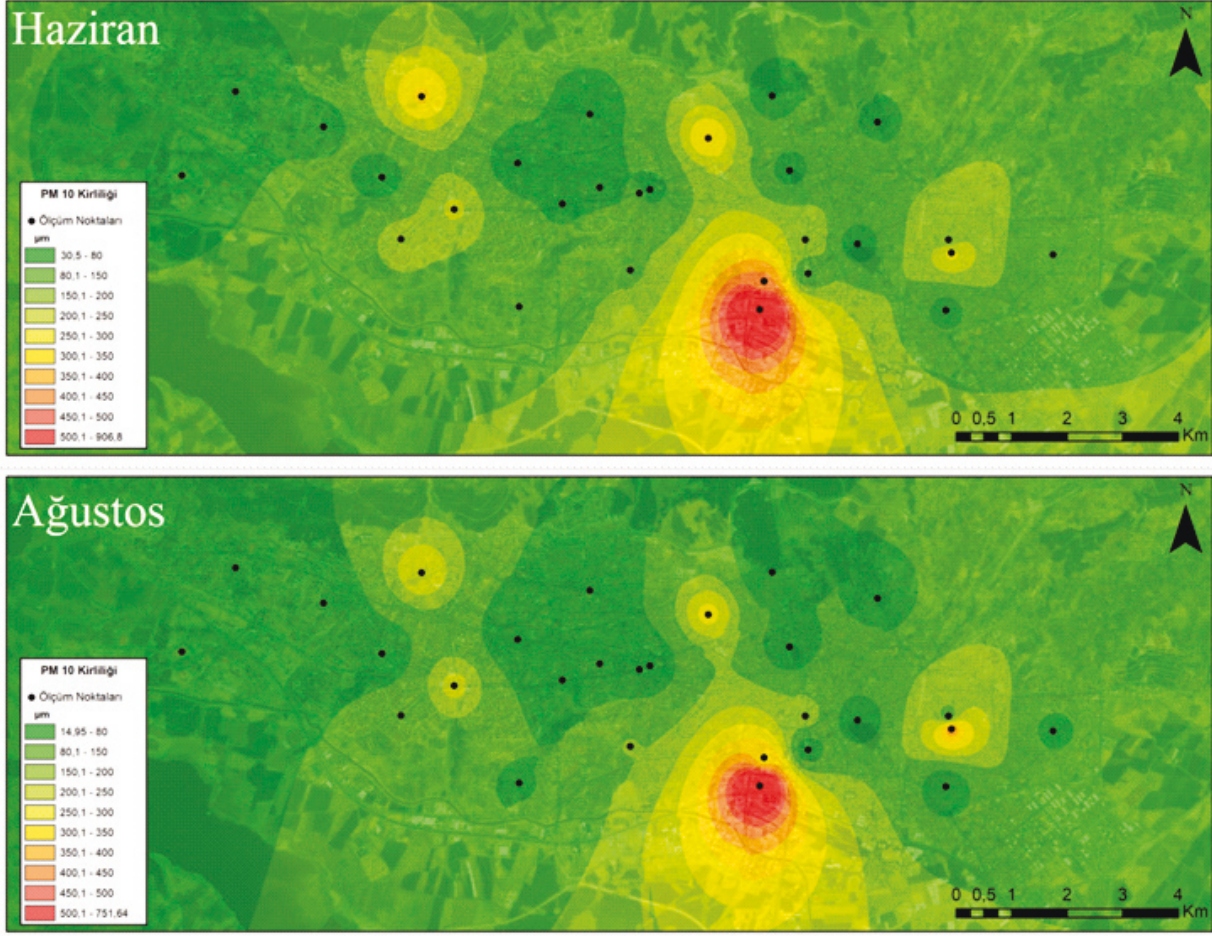
Çalışma alanının geneline bakıldığında, Süleymanşah Mahallesi'nde haziran ayında 309 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 250 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyelerinde partikül madde kirliliği tespit edilmiştir. Serintepe Mahallesi'nde haziran ayında 306 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 269 $\mu\text{m}/\text{m}^3$;Bağlarbaşı Mahallesi'nde haziran ayında

269 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 395 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Vadi Mahallesi'nde haziran ayında 210 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 220 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Hayrullah Mahallesi'nde 186 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 169 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Boğaziçi Mahallesi'nde haziran ayında 167 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 109 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Dulkadiroğlu Mahallesi'nde haziran ayında 153 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 106 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Molla Gürani Mahallesi'nde 146 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 152 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Ağcalı Mahallesi'nde haziran ayında 107 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 75 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yunus Emre Mahallesi 1. ölçüm noktasında haziran ayında 89 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 70 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yahya Kemal Mahallesi'nde haziran ayında 86 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 69 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yenişehir Mahallesi'nde haziran ayında 76 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 24 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Şehit Abdullah Çavuş Mahallesi'nde haziran ayında 74 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 51 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ seviyelerinde kirlilik tespit edilmiştir. Kayabaşı Mahallesi'nde haziran ayında 65 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 51 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yamaçtepe Mahallesi'nde haziran ayında 65 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 23 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yunus Emre Mahallesi 2. ölçüm noktasında haziran ayında 57 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 32 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Akif İnan Mahallesi'nde haziran ayında 57 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında yapılan ölçümlerde ise 21 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yavuz Selim Mahallesi'nde haziran ayında 22 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 22 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Avşar Mahallesi'nde haziran ayında 55 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 22 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. Bunların dışında Şehit Evliya Mahallesi'nde haziran ayında 53 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 21 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yirmikigün Mahallesi'nde haziran ayında 46 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 21 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Yörük Selim Mahallesi'nde haziran ayında 45 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında da 15 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; Hürriyet Mahallesi'nde haziran ayında 43 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, ağustos ayında ise 21 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ kirlilik tespit edilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6).

Çalışma alanında PM kirliliği haziran ve ağustos ölçümlerinde değerlendirildiğinde deprem anında ve sonrasında yıkılan binalardan önemli derecede partikül madde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle şehrin doğusunda ve merkezinde partikül madde miktarı sınır değerinin çok üzerinde seyretmiştir. Bu alanlardan Şazi Bey, Hacı Bayram Veli ve Yunus Emre mahallelerinde partikül madde kaynaklı kirliliğin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun en temel nedeni de 6 Şubat depreminde ve sonrasında yıkılan binaların ortaya çıkarmış olduğu partikül maddelerdir.



Şekil 6. Kahramanmaraş Şehrinde Deprem Sonrasın Oluşan PM10 Kirliliği Seviyeleri
Figure 6. PM10 pollution levels in Kahramanmaraş city after the earthquake



Şekil 7. Kahramanmaraş Şehrinde Deprem Sonrasında Oluşan PM10 Kirliliği

Figure 7. PM10 pollution in Kahramanmaraş city after the earthquake

Şehir içinde yeşil alan ve çevresinde yapılan ölçümlerde ise diğer açık alanlara göre mevcut partikül madde kirliliğinin daha düşük olduğu görülmektedir. Mahalle özelinde ise her iki partikül madde boyutunda Şehit Evliya ve Şeyh Adil mahallelerinde kirliliğinin düşük olduğu görülmektedir. Buradaki en temel etken bu ölçüm noktalarının yeşil alan çevresinde gerçekleştirilmesidir. Ayrıca bitkilerin tozu ve kirliliği absorbe edici özellikte olması bu alanlarda kirliliğin düşük olmasında birincil faktörlerdendir.

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremlerin ardından ortaya çıkan partikül madde kirliliğini incelemiş ve sonuçları şehrin farklı bölgelerindeki PM2.5 ve PM10 seviyeleri üzerinden sunmuştur. Deprem sonrası meydana gelen binaların yıkımı sırasında çevreye önemli miktarda partikül madde salınımının olduğu ve bu kirliliğin özellikle yıkımın yoğun olduğu bölgelerde yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu bulgular, daha önce yapılmış benzer çalışmalarla karşılaştırılarak daha fazla açıklığa kavuşturulabilir. Örneğin, Taş ve diğerlerinin (2000) 7 Ağustos İzmit ve 12 Kasım Düzce depremleri sonrasında yapısal ve çevresel hasarın değerlendirildiği çalışmaları, deprem sonrası ortaya çıkan çevresel sorunlara dikkat çekmiştir. Bu çalışma, Kahramanmaraş'taki depremin çevresel etkilerine benzer şekilde odaklanarak, deprem sonrası partikül madde kirliliğinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulamıştır. Diğer taraftan, Uprety ve diğerlerinin (2019) Nepal'deki deprem sonrası hava kirliliğinin artışı ele alan çalışması, dep-

rem çevresel etkilerinin farklı coğrafyalarda nasıl ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Kahramanmaraş'taki çalışma, benzer şekilde depremlerin çevresel etkilerinin yerel ölçekte nasıl belirlenebileceğini göstermektedir.

Dowlati ve diğerlerinin (2020) depremlerin ardından hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerini ele alan çalışması, Kahramanmaraş'taki depremin sağlık sorunlarına yol açma potansiyelini daha ayrıntılı bir şekilde incelemeyi gerektirebilir. Bu noktada, Kahramanmaraş'taki çalışma, sağlık açısından olumsuz etkileri daha fazla vurgulayabilir ve sağlık otoritelerine deprem sonrası önlemler konusunda rehberlik edebilir.

Hsu ve diğerlerinin (2010) gerçek zamanlı hava kalitesi verilerini deprem göstergesi olarak değerlendiren çalışması, deprem riskinin izlenmesinde hava kirliliği verilerinin nasıl kullanılabilirliğini ele almıştır. Kahramanmaraş'taki çalışma, bu tür verilerin deprem sonrası çevresel etkilerin izlenmesinde nasıl kullanılabilirliğini göstermektedir.

Son olarak, Efstathiou ve diğerlerinin (2012) Atina, Yunanistan'daki hava kirliliği ile deprem aktivitesi arasındaki ilişkiyi incelediği çalışma, deprem ve hava kirliliği arasındaki potansiyel ilişkiyi ortaya koymaktadır. Kahramanmaraş'taki çalışma, benzer şekilde deprem sonrası hava kirliliği seviyelerinin deprem aktivitesi ile nasıl ilişkilendirilebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, Kahramanmaraş'taki bu çalışma, depremlerin çevresel etkilerini ve hava kirliliği ile ilişkisini daha fazla vurgulamış ve benzer çalışmalara dayanarak bu konuyu ele almıştır.

Bu tür çalışmalar, depremlerin çevresel etkilerini daha iyi anlamamıza ve deprem sonrası iyileştirme çalışmalarını için önemli bir rehberlik sağlamaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Haziran ve Ağustos aylarında Kahramanmaraş merkezli depremin çevresel etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deprem sonrası dönemde yıkılan binaların ve ağır hasar alan yapıların yıkım işlemleri sırasında ortaya çıkan partikül madde salınımının, çevre kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında ölçüm yapılan Haziran ve Ağustos ölçümlerinde PM2.5 kirliliği seviyeleri en yüksek 907 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ile 892 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, en düşük 74 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ile 24 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ olarak tespit edilmiştir. PM10 kirliliği seviyeleri ise en yüksek 790 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ile 752 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, en düşük 30 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ ile 19 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ tespit edilmiştir.

Özellikle Şazi Bey, Hacı Bayram Veli ve Yunus Emre mahallelerinde yapılan ölçümler, partikül madde kaynaklı kirliliğin bu bölgelerde yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, depremin çevresel etkilerinin, yıkımın yoğun olduğu bölgelerde belirgin şekilde arttığını vurgulamaktadır.

Araştırma sahasında gerçekleştirilen PM2.5 ve PM10 ölçümleri, deprem sonrası partikül madde kirliliğinin şehir merkezi ve doğu bölgelerinde daha yoğun olduğunu göstermektedir. Bu bölgelerdeki yoğunluk, büyük ölçüde yıkım süreci ve inşaat faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, şehir içindeki yeşil alanlar ve çevre bölgelerde yapılan ölçümlerde partikül madde kirliliğinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil alanların bu kirlleticileri absorbe etme kapasitesi sayesinde, çevresel etkilerin azaltılmasında önemli bir rol oynadığı görülmüştür.

Çalışma alanındaki ölçümler, deprem sonrası partikül madde kirliliğinin sağlık açısından olumsuz etkilere yol açabileceğini açıkça göstermektedir. Partikül madde kirliliği, solunum yolu hastalıkları, kardiyovasküler sorunlar ve diğer sağlık komplikasyonlarına neden olabilir. Bu nedenle, deprem sonrası sağlık sorunlarının önlenmesi ve etkilerinin yönetilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Deprem sonrası dönemde halkın, partikül madde kirliliği ile ilgili bilinçlendirilmesi ve koruyucu önlemler konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Solunum yolu maske kullanımı gibi basit önlemlin yaygınlaştırılması önemlidir.
- Şehir içindeki yeşil alanların korunması ve genişletilmesi, partikül madde kirliliğinin etkilerini azaltabilir. Ağaç dikimi ve yeşil alanların bakımı teşvik edilmelidir.
- İnşaat faaliyetleri sırasında partikül madde salınımını azaltmak için gelişmiş toz kontrol önlemlerini benimsemek önemlidir. İnşaat şirketleri bu önlemlere uymalıdır.
- Kahramanmaraş'ta düzenli hava kalitesi izleme sistemleri kurulmalı ve kamuya bu verilere erişim sağlanmalıdır. Bu, halkın günlük yaşamlarını korumalarına için bilinçli kararlar almasına yardımcı olabilir.

Bu çalışma, Kahramanmaraş'taki depremin çevresel etkilerini ve partikül madde kirliliği seviyelerini ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve elde edilen bulgular, deprem sonrası iyileştirme çalış-

maları ve çevresel koruma önlemleri için önemli bir rehberlik sunmuştur. Depremlerin çevresel etkilerinin daha iyi anlaşılması ve azaltılması için daha fazla araştırma ve önlem alınması gerekmektedir. Bu çalışmalar, deprem sonrası çevresel sorunların ele alınmasında önemli bir rol oynayabilir ve yerel toplulukların sağlık ve çevre kalitesini korumasına yardımcı olabilir.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. The authors declare that there is no conflict of interest.

Yazar Katkısı/Author contribution: Çalışma konusu seçimi ve kavramsal çerçeve F.A. tarafından yapılmıştır. Sahada gerçekleştirilen ölçümler F.A. tarafından yapılmış ve elde edilen veriler F.A. tarafından haritalandırılmıştır. F.A. tarafından çalışma yazılmış ve yorumlanmıştır. The study topic selection and conceptual framework were made by F.A. Field measurements were carried out by F.A. and the data obtained were mapped by F.A. The study was written and interpreted by F.A.

Kaynakça

- Altınok, A., & Eskiocak, M. (2020). Trakya'da partiküler madde kirliliği ve mortalite ilişkisinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Public Health*, 18(3), 124-132. <https://doi.org/10.20518/tjph.661642>
- Batur, A., & Aksu, G. A. (2021). Partikül madde (PM10) konsantrasyonunun kentsel yeşil alan sisteminin değerlendirilmesinde ekolojik İndikatör olarak kullanımı: İstanbul-Beşiktaş örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 125-134. <https://doi.org/10.31590/ejosat.947260>
- Dowlati, M., Moslehi, S., Seyedin, H., & Sakhaei, F. S. (2020). Health effects of air pollution in the aftermath of earthquake. *Journal of Air Pollution and Health*, 5(3), 201-202. <https://doi.org/10.18502/japh.v5i3.5393>
- Dündar, M. Ş., & Pala, M. F. (2022). 17 Ağustos 1999 depremi sonrası Adapazarı cadde tozlarında ağır metal kirliliği. *Sakarya University Journal of Science*, 6(3), 63-68.
- Efstathiou, M., Tzanis, C., Varotsos, C., & Deligiorgi, D. (2012). The Gutenberg-Richter law for earthquakes in air pollution episodes: A case study for Athens, Greece. *Acta Geophysica*(60), 280-290.
- Gotoh, T., Nishimura, T., Takashi, M., Nakaguchi, Y., & Hiraki, K. (2002). Air pollution by concrete dust from the great Hanshin earthquake. *Journal of Environmental Quality*, 31(3), 718-723. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12026073/>
- Güleç Balbay, E. (2023). Earthquake and the Lung. *Duzce Medical Journal*, 25(1), 1-5. <https://doi.org/10.18678/dtfd.1256261>
- Hsu, S.-C., Huang, Y.-T., Huang, J.-C., Tu, J.-Y., Engling, G., Lin, C.-Y., . . . Huang, C.-H. (2010). Evaluating real-time air-quality data as earthquake indicator. *Science of the Total Environment*, 408(11), 2299-2304.

- Kalaycı, T., Aygün, Ü., & Sayir, F. (2023). Depremde çoklu travma yaklaşımı. *Ağrı Medikal Journal*, 1(2), 22-25.
- Özbeyaz, A., Tufaner, F., & Demirci, Y. (2016). Partikül madde ile ilişkili görüntüleri kullanarak hava kirliliği tahminine ait bir model tasarımı. *In 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress* (s. 969-975). Adana: Çukurova University.
- Sarı, N., & Adıgüzel, F. (2023). Determining temporal and spatial changes in air quality in the city of Nevşehir. *Advanced GIS*, 3(2), 68-76.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı. (2023). *2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu*. 140 S. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>.
- Taş, M., Taş, N., Payan, F., & Elmacı, A. (2000). 7 Ağustos İzmit ve 12 Kasım Düzce depremlerinde ortaya çıkan yapısal ve çevresel hasarların değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 6(1), 83-88.
- Uprety, A., Ozaki, A., Higuchi, A., Leppold, C., & Tanimoto, T. (2019). The 2015 Nepal earthquake and worsening air pollution in Kathmandu. *The Lancet Planetary Health*, 3(1), e8-e9.
- Uslu, G., & Uzun, B. (2014). Kentsel Dönüşüm Projelerinde Deprem Etkisi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 1-11.
- Vural, E. (2021). Air quality change related to particulate matter in some selected green areas in sanliurfa. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 7(1), 19-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kastamonujes/issue/63105/927785>
- Yatkin, S., & Bayram, A. (2007). İzmir havasındaki partikül madde kirliliği: ölçüm ve değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(2), 15-27.
- Zeydan, Ö. (2021). 2019 Yılında Türkiye'deki Partikül Madde (PM10) Kirliliğinin Değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1), 106-118. <https://doi.org/10.21597/jist.745539>



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası yeniden yapılanma sürecinde yere bağlılığın değerlendirilmesi: Antakya (Hatay) örneği

The evaluation of place attachment in the reconstruction process after the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes: The case of Antakya (Hatay)

Yücel Dinç^{a*} 

^aHatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Hatay, Türkiye.

ORCID: Y.D. 0000-0002-0492-4724

BİLGİ/INFO

Geliş/Received: 21.08.2023

Kabul/Accepted: 16.10.2023

Anahtar Kelimeler:

Kahramanmaraş depremleri
Yeniden yapılanma
Yere Bağlılık
Antakya

Keywords:

Kahramanmaraş earthquakes
Reconstruction
Place Attachment
Antakya

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(Y. Dinç) dyucel.13@hotmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1347063



Atf/Citation:

Dinç, Y. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası yeniden yapılanma sürecinde yere bağlılığın değerlendirilmesi: Antakya (Hatay) örneği. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 45-57.
<https://doi.org/10.17211/tcd.1347063>

ÖZ/ABSTRACT

Bu çalışmanın amacı, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Antakya kentinin yeniden yapılanması sürecindeki yere bağlılık durumunu incelemektir. Depremler başta olmak üzere doğal afetler sonrasında oluşan yere bağlılık durumlarını ortaya koyan akademik çalışmaların oldukça sınırlı olması, bu çalışmanın hazırlanmasındaki başlıca motivasyonu oluşturmuştur. Nicel analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada, depremler öncesinde Antakya'da ikamet etmiş olan 368 kişiye 30 sorudan oluşan anket uygulanmıştır. Katılımcıların anket sorularına verdikleri cevaplar SPSS yazılımı ile analiz edilmiş ve analiz sonuçları tablo ve grafiklerle ortaya konulmuştur. Ayrıca bazı sorulara verilen ifadelerden hareketle görsel analizler yapılmış ve bunun için MAXQDA_20 programından yararlanılmıştır. Çalışmada; katılımcıların Antakya kentindeki ikamet süreleri ve doğum yerlerinin yere bağlılığı etkileyen önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir. Antakya'da ev sahibi olma durumu, kentte olup bitenlere yönelik duyulan merak, geçmiş yaşantılar, bina hasar durumu, gelecekte Antakya'da yaşanıp yaşanmayacağı, kenti ziyaret etme sıklığı, göç edilen yerdeki memnuniyet ve uyum durumu gibi sorulara yönelik katılımcı görüşleri, yaşanan depremlere rağmen yere bağlılığın güçlü olduğunu göstermiştir. Nicel araştırmanın bulgularından farklı olarak, arazi gözlemleri neticesinde kentin sokaklarında yüksek bir aidiyet düzeyini yansıtan duvar yazılarının ve işyeri tabelalarının varlığı yere bağlılığın mekânsal yansımalarını oluşturmuştur. Sonuç olarak, Antakya'nın depremler sonrası yapılanma sürecinde gözlemlenen güçlü yere bağlılık durumunun, tarih boyunca defalarca yerle bir olan kentin yeniden ayağa kalkacağı konusunda önemli sinyaller vermiştir.

The aim of this study is to examine the state of place attachment in the reconstruction process of the city of Antakya after the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes. The limited number of academic studies on place attachment following natural disasters, especially earthquakes, was the main motivation for the development of this study. In the study where quantitative analysis method was utilized, a questionnaire consisting of 30 questions was conducted to 368 people who resided in Antakya prior to the earthquakes. The answers provided by the participants to the survey questions were analyzed with SPSS software and the results of the analysis were presented in tables and graphs. In addition, visual analyses were performed based on the statements of some questions and the MAXQDA_20 program was employed for this purpose. In the study, it was determined that the duration of residence in Antakya and place of birth of the participants were the significant variables affecting place attachment. Participant opinions on questions such as the status of ownership of a house in Antakya, curiosity about what is happening in the city, past experiences, building damage status, whether they will live in Antakya in the future, frequency of visiting the city, satisfaction and adaptation status in the place of migration revealed that place attachment is strong despite the earthquakes. Unlike the findings of the quantitative research, as a result of the field observations, the presence of graffiti and workplace signs reflecting a high level of belonging on the streets of the city constituted spatial reflections of place attachment. In conclusion, the high level of place attachment observed in the post-earthquake reconstruction process of Antakya has provided important indications that the city, which has been repeatedly destroyed throughout history, will recover.

Extended Abstract

Introduction

Place attachment is the subject of academic studies by many different disciplines such as environmental psychology, architecture, design and planning (Göregenli et al. 2014). Although place attachment has been discussed in different aspects in the literature, various studies have also been conducted on people who had to leave their environment due to environmental risks and then showed a desire to return because of their belonging (Güler & Kutay Karaçor, 2018). Although geographers have made studies on place attachment in recent years, this issue has not entered the agenda of human geographers enough in Turkey (Turut & Özgür, 2018). However, as members of a discipline that studies the interrelationships between people and space, geographers should be expected to conduct more academic studies on place attachment. In this study, it is aimed to contribute to the related literature in this respect. The subject of this study is the evaluation of place attachment in the Antakya's restructuring process after the earthquakes that occurred in Kahramanmaraş on February 6, 2023. Antakya is the provincial center and one of the most important cities of Hatay (Figure 1). In addition to the Pazarcık and Elbistan-centered (Kahramanmaraş) earthquakes on February 6, 2023, an earthquake of 6.4 magnitude with the epicenter of Hatay Yayladağı on February 20, 2023 at 20:04 Turkish time caused great destruction in Antakya.

Data and Method

In this study, in which the quantitative analysis method was used, a questionnaire consisting of 30 questions was prepared by means of a scale determined by the author/authors. After the earthquakes, earthquake victims residing outside Hatay were reached through the link created on Google Forms. The questionnaires were applied to a total of 368 people residing in Antakya before the earthquakes. The answers given by the participants to the survey questions were analyzed with SPSS software and the results of the analysis were presented with tables and graphics. In addition, visual analyzes were made based on the expressions given to some questions and the MAXQDA_20 program was used for this. Apart from quantitative analyzes, detailed field studies were conducted in Antakya and its surroundings in April, May and June in order to explain the spatial reflections of place attachment. During the field studies, attention was drawn to the graffiti describing belonging and the signboards of commercial enterprises, and a photographic archive was created on the subject. If you were to write your belonging and love for Antakya on the walls of the streets of Antakya, what would you write? The answers to the question were combined with those obtained from field observations and a content analysis was made in this way.

Results and Discussion

The issue of place attachment is addressed in various ways by different disciplines. It is known that geographers have also been interested in this subject in recent years and have started to conduct academic studies. However, it is noteworthy that place attachment, which occurs after various natural disasters, especially earthquakes, has been largely neglected. This study

was been prepared based on such motivation. For this reason, an effort was been made to create a scale that can set an example for quantitative research to be carried out in the next process on place attachment.

The findings of this article were basically evaluated in three sub-headings. These are: interpreting the demographic characteristics in relation to belonging, revealing the earthquake and its effects, and determining the level of place attachment. When the demographic characteristics of the participants were examined in relation to place attachment, it was seen that the variables of residence time in the city and place of birth were important in explaining place attachment. The fact that 57.1% (210 participants) of the respondents were born in Antakya and 67.4% (248 participants) have been residing in Antakya for more than 20 years were been the determining factors in the formation of a high level of belonging to the city.

When the participant views on the earthquake and its effects were examined, the fact that those who continued to live in the city despite the devastating effects of the earthquake or that some of the participants visited the city frequently, even though they migrated to another place, clearly revealed place attachment. 144 of the participants never left Hatay and the other participants migrated to metropolitan cities such as Ankara, Mersin, Antalya and Konya.

69.8% of the participants stated that they were homeowners before the Kahramanmaraş-centered earthquakes. 48% of the participants stated that they had an undamaged/slightly damaged house or field, vineyard and garden after the earthquakes. These remarkable ratios were been decisive in the formation of place attachment. The fact that the houses where 34.2% of the participants live are slightly damaged or undamaged increases the probability of those who have migrated to other provinces for a certain period of time to return to their own homes.

While examining the participant's views on place attachment, the variables that can reveal the sense of belonging were emphasized. The feeling of longing, whether the city is safe against earthquakes, curiosity about what is going on in the city, past experiences, whether to live in Antakya in the future, frequency of visiting the city, satisfaction and harmony in the place where one lives are the determinants of place attachment. According to the findings of the study; 82.1% of the participants stated that they missed Antakya, 65.2% of them were definitely curious about what was going on in Antakya, 82.6% of them stated that they took root in Antakya. 54.6% of the participants absolutely agree and 20.1% agree with the statement "I will continue to live in Antakya from now on". 71% of the participants consist of those who have never left Antakya and visited Antakya frequently or periodically. In other words, 71% of the participants maintain their connection with the city. 73.1% of the participants stated that they were still very attached to Antakya after the earthquake. All these statistical results showed that place attachment was strong despite the earthquakes. In addition to the survey results, the presence of graffiti and workplace signboards reflecting a high level of belonging on the streets of the city as a result of field observations created spatial reflections of place attachment. As a result, it was understood that the strong place attachment observed during the restructuring of the city gave important signals for the resurgence of Antakya, which was destroyed many times throughout history.

1. Giriş

Doğal afet kısaca; toplumun sosyo-ekonomik ve kültürel etkinliklerini olumsuz yönde etkileyen, önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olan, ağırlıklı olarak ya da tamamen doğal etkenlerin neden olduğu doğal tehlikelerle ortaya çıkan olaylar olarak tanımlanabilir (Noji, 1991; Şahin & Sipahioğlu, 2007; Chaudhary & Piracha, 2021). Dolayısıyla kendi işleyişi içinde doğal olan olaylar insana ve insan eseri yapılara zarar verdiğinde birer afet haline dönüşebilmektedir (Selçuk Biricik vd., 1996). Doğal afetlerin yeryüzü şekilleri ve peyzaj üzerinde önemli değişimler yaratacak etkileri olabilmektedir (Crowards, 2000). Türkiye, yer ve atmosfer kökenli doğal afetlerin sıklıkla yaşandığı ülkelerden biridir (Özşahin, 2013; Canpolat vd., 2020). Türkiye’de tarihi süreçte birçok yerleşim biriminde deprem, heyelan, kaya düşmesi ve sel gibi çok sayıda doğal afetin yaşandığı kayıtlara geçmiştir. Bunlar içerisinde en fazla can kaybının verildiği afetler, hiç şüphesiz depremler olmuştur (Ergünay, 2007; Gökçe vd., 2008; Ceylan & Dinç, 2017). Türkiye’de yıkıcı depremler sonrasında yeniden yapılanma çalışmalarının genellikle afete uğramış kentin veya bölgenin fiziksel ve ekonomik yeniden yapılanması üzerine odaklandığı bilinmektedir (Arslan & Ünlü, 2010). Ancak insanlar yaşadıkları mekânları, fiziksel bir gerçekliği algılamının ötesinde, hissetmekte, onlara bağlanmakta ve kendilik duygularını birtakım mekânsal değişkenler üzerinden tanımlamaktadır (Göregenli & Karakuş, 2014). Dolayısıyla deprem gibi bir doğal afet sonrasında bireylerin tanıdıkları çevrelerden ayrılmaları neticesinde yaşadıkları yere ilişkin aşinalıkları ve aidiyet duyguları yıkıma uğramaktadır (Karakuş, 2014). Bu nedenle deprem sonrasında bu yıkımı yaşayanlar ile yaşadığı mekâna yönelik aidiyet duygusunu koruyan bireyler arasındaki derin farklılıkları anlayabilmek için öncelikle yere bağlılığın anlaşılması gerekir.

Yere bağlılık, genellikle insanların yaşadıkları veya ilişki kurdukları fiziksel çevrelerine yönelik duygusal bağlılıklarını ifade eder (Stokol & Shumaker, 1981; Hummon, 1992; Milligan, 1998; Hidalgo & Hernández, 2001; Göregenli vd., 2014; Turut & Özgür, 2018; Südaş, 2019; Ağbaba, 2020). Kişinin doğduğu ve büyüdüğü, içinde yaşadığı, hareket ettiği yerlerle derin bir birlikteliği vardır ve bu birliktelik hem bireysel hem de kültürel kimliğe ve güvenliğe yaşamsal bir kaynak oluşturmaktadır (Proshansky vd., 1983; Turut & Özgür, 2018). Yere bağlılık mekânın oluşturduğu deneyimin insanın ona getirdikleriyle birleşmesidir. Başka bir ifadeyle, biz bazı derecelerde kendimize has olan yerlerimizi oluştururuz. Bu yerler bizden bağımsız olarak var olamazlar (Arslan & Ünlü, 2010). Yere ait olabilmek her şeyden önce yerin anlamını kavramakla başlar (Ujang & Zakariya, 2015). Bu da duyarlı olmayı ve yer ile temasa geçmeyi gerektirir (Ar, 2021). Tuan (1977) yer kavramını; kişinin deneyimine, sosyal ilişkilerine, düşüncelerine dayanan anlamın merkezi olarak kavramsallaştırmaktadır. Dolayısıyla Tuan (1974) her coğrafi mekânın doğal varlıklarına bağlı bir karakteri ve ruhu olduğuna inanmakta ve yer kavramını insanoğluna atfetmektedir (Hashemnezhad vd., 2013). Bu nedenle bir yerde daha uzun süre yaşayan insanlar, o yere ilişkin daha büyük bir bağlılık hissetmektedirler (Göregenli vd., 2014). Ancak kişi ve yer arasındaki duygusal bağ tehdit edildiğinde, yer kimliğinin ve mekân aidiyetinin önemi su yüzüne çıkmaktadır. Yer kaybı tam anlamıyla güçlü sosyal ve psikolojik tepkilere neden olmaktadır. Çünkü kişinin kendilik duygusu bu nedenle zarar görmektedir (Dixon &

Durrheim, 2004). Yaşanılan yerin yok olması veya yitirilmesi sonrasında acının daha fazlasını, eski evleriyle olumlu bağları daha güçlü olanlar çekmektedir. Bu durumdaki insanların çoğu, daha önce yaşadıkları mahalleye yakın olmak için yeni konut bulma çabasına girmektedir (Brown vd., 2012).

Yere bağlılık konusunda; çevre psikolojisi, mimarlık, tasarım ve planlama gibi birçok farklı disiplin tarafından çok sayıda akademik çalışma yapılmıştır (Fried, 1963; Wraith, 1975; Stokol & Shumaker, 1981; Hidalgo & Hernandez, 2001; Arslan, 2009; Hashemnezhad vd., 2013; Ujang & Zakariya, 2015; Song & Sopramanien, 2018; Güler, 2019; Uçar Kocaoğlu, 2019; Ağbaba, 2020; Ar, 2021). Söz konusu disiplinlerden farklı olarak coğrafyacılar da yere bağlılık konusuna ayrı bir önem vermişlerdir (Tuan, 1974; Tuan, 1977; Seamon & Sowers, 2008; Adams, 2014; Diener & Hagen, 2022). Konuyla ilgili uluslararası literatürdeki akademik çalışmaların aksine Türkiye’de yere bağlılık konusu beşeri coğrafyacıların gündemine yeteri kadar girmemiştir (Turut & Özgür, 2018). Ancak son yıllarda akademik çalışmalar içerisinde bu konuya yönelik bir eğilimin olduğu görülmektedir (Uysal, 2014; Uysal, 2015; Ayberk, 2018; Coşkun, 2018; Turut & Özgür, 2018; Ağbaba, 2020). Yere bağlılıkla ilgili olarak, özellikle çevresel riskler yüzünden yaşadıkları çevreyi terk etmek zorunda kalan ve sonrasında duydukları bağlılıktan dolayı geri dönme isteği göstermiş insanlar üzerinde de çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Güler & Kutay Karaçor, 2018). Ancak bu konudaki çalışmaların sınırlı sayıda olduğu dikkati çekmektedir. Hâlbuki depremler başta olmak üzere çeşitli doğal afetler sonrasında yerleşmelerin yeniden yapılanması sürecinde yerinden olan yerleşme sakinleri sosyal, ekonomik ve hatta psikolojik boyutlara varıncaya kadar önemli sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bu durum, insanın yaşadığı yer ile duygusal bağlarını ifade eden yere bağlılık konusu üzerinde çok daha fazla akademik çalışmanın yapılmasını gerekli hale getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı; 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak meydana gelen depremler sonrasında, Antakya’nın yeniden yapılanması sürecinde kent sakinlerinin yere bağlılık durumlarını incelemektir. Antakya, Hatay’ın il merkezi ve en önemli kentlerinden biridir (Şekil 1). 6 Şubat 2023 tarihli Pazarcık ve Elbistan merkezli (Kahramanmaraş) depremlerin yanı sıra, 20 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saatiyle 20:04’te merkez üssü Hatay Yayladağı olan 6.4 büyüklüğünde bir deprem Antakya’da büyük bir tahribata yol açmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 6 Mart 2023 tarihli il bazında hasar tespit raporuna göre; Hatay ilinde 215.255 konutun acil yıkırılacak, ağır hasarlı ve yıkık; 25.957 konutun orta hasarlı ve 189.317 konutun ise az hasarlı olduğu tespit edilmiştir. İl genelinde depremin yarattığı en büyük hasarlar merkez ilçeler durumundaki Antakya ve Defne ile Kırıkhan, Samandağ ve İskenderun ilçelerinde olmuştur. Antakya, tüm deprem bölgeleri içerisinde yıkımın en fazla olduğu yerleşmeler arasında yer almıştır¹. Yaşanan depremler sonrasında Antakya sakinlerinin önemli bir kısmı Mersin, Antalya, Ankara ve Konya başta olmak üzere farklı illere göç etmek zorunda kalmışlardır. Kent sakinlerinin geri kalan kısmı ise memleketlerini terk etmeyerek bir yaşam mücadelesi içerisine girmişlerdir. Böylece kentin yeniden yapılanması sürecinde; yaşadıkları yeri hiç terk etmeyenler, göç edip henüz geri dönmeyenler ve göç etmelerine rağmen memleketlerini sık sık ziyaret edenler olmak üzere yere bağlılık bakımından farklılıklar ortaya çıkmıştır.

¹Halk Sağlığı Uzmanları Derneği 6 Şubat Depremleri Hatay İli Saha Raporu



Şekil 1. Lokasyon haritası.

Figure 1. Location map.

2. Materyal ve Yöntem

Nicel analiz yönteminin kullanıldığı çalışmada, depremler sonrası yeniden yapılanma sürecinde yere bağlılığı ölçmeyi amaçlayan ve 30 sorudan oluşan anket hazırlanmıştır. Depremler sonrasında Hatay dışında ikamet eden depremzedelere Google Forms üzerinden oluşturulan bağlantı linki aracılığıyla ulaşılmıştır. Anket formları, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından incelenmiş ve ilgili kurulun 12.06.2023 tarih ve 04/22 sayılı kararınca formların uygulanması uygun görülmüştür. Anketler, depremler öncesinde Antakya'da ikamet eden toplam 368 kişiye uygulanmıştır. Katılımcıların anket sorularına verdikleri cevaplar SPSS yazılımı ile analiz edilmiş ve analiz sonuçları tablo ve grafiklerle ortaya konulmuştur. Ayrıca bazı sorulara verilen ifadelerden hareketle görsel analizler yapılmış ve bunun için MAXQDA_20 programından yararlanılmıştır. Nicel analizlerden ayrı olarak, yere bağlılığın mekânsal yansımalarını açıklayabilmek için Antakya kenti ve yakın çevresinde Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında detaylı arazi çalışmaları yapılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında aidiyeti anlatan duvar yazılarına (graffitiler) ve ticari işletmelerin tabelalarına dikkat çekilmiş ve konuyla ilgili bir fotoğraf arşivi oluşturulmuştur. Katılımcıların "Antakya'ya olan bağlılığınızı ve sevginizi Antakya sokaklarının duvarlarına yazacak olsanız, ne yazardınız?" sorusuna verdikleri cevaplar, arazi gözlemlerinden elde edilenlerle birleştirilmiş ve bu şekilde bir içerik analizi yapılmıştır. Çalışmanın bulguları; üç alt başlık halinde değerlendirilmiştir. Bunlardan birincisinde katılımcıların demografik özellikleri üzerinde durulmuştur. İkinci alt başlıkta Kahramanmaraş merkezli depremler ve etkilerine yönelik katılımcı görüşleri değerlendirilmiştir. Son kısımda ise çalışmanın asıl konusunu oluşturan yere bağlılığa yönelik katılımcı görüşlerinden elde edilen bulgular ortaya konulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Demografik Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler öncesinde Antakya ve yakın çevresinde ikamet eden

ve deprem felaketini yaşamış olan depremzedelere anket uygulanmıştır. Katılımcıların % 33,4'ü 26-35 ve % 28,5'i ise 36-45 yaş grubu arasındadır. 18-25 yaş grubunda 72 kişi (% 19,6), 46-55 yaş grubunda 51 kişi (% 13,9) ve 46-65 yaş grubunda 15 kişi (% 4,1) yer almaktadır. Böylece katılımcıların % 81,5 gibi önemli bir kısmının 18-45 yaş grubu arasındaki katılımcılardan oluştuğu dikkati çekmiştir. Anket katılımcılarının cinsiyete göre dağılımları birbirine oldukça yakın bir değer göstermiştir (kadın % 49,5; erkek % 50,5). Katılımcıların eğitim durumlarına bakıldığında ise 243 kişinin üniversite, 46 kişinin lise ve dengi, 40 kişinin ilköğretim ve 39 kişinin ise lisansüstü mezunu olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Ankete katılanların yarısından fazlasının (210 kişi/% 57,1) doğum yeri, depremin etkilerinin en yoğun şekilde görüldüğü Antakya olurken, 84 kişinin (% 22,8) doğum yeri Hatay'ın diğer ilçeleridir. 74 kişi (% 20,1) ise Hatay dışındaki illerde doğmuştur. Böylece katılımcıların % 42,9'unun Antakya'ya göçle gelen nüfustan oluştuğu anlaşılmaktadır. Hatay ilinde doğan nüfus, toplam katılımcıların % 80'nini oluşturmaktadır (Tablo 1). Bu durum katılımcıların Antakya'daki ikamet sürelerini de etkilemiştir. Nitekim 248 kişinin (% 67,4) 20 yıldan uzun süredir Antakya'da ikamet ettikleri dikkati çekmiştir. Şüphesiz bu durum yere bağlılığı yüksek bir katılımcı profilini göstermektedir.

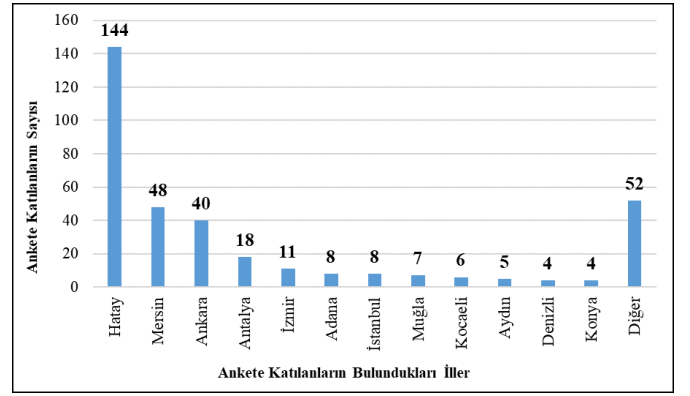
3.2. Deprem ve Etkilerine Yönelik Katılımcı Görüşlerinin Değerlendirilmesi

Yaşanan depremler sonrasında Antakya'yı hiç terk etmeyenler olduğu gibi, güvenli bir yere göç eden ancak zaman zaman Antakya'yı ziyaret edenler ve kente henüz geri dönmeyenler olmak üzere birbirinden farklı durumlar ortaya çıkmıştır. Katılımcılardan 144 kişi deprem sonrasında Hatay'ı terk etmemiş, diğer katılımcılar ise birbirinden farklı illere göç etmek durumunda kalmıştır. Deprem sonrasında Hatay'dan Mersin, Antalya ve Ankara gibi illere yoğun bir göçün yaşandığı bilinmekle birlikte, katılımcıların buldukları illere yönelik verdikleri cevaplar da bu durumu desteklemiştir. Katılımcıların 48'i Mersin, 40'i Ankara, 18'i Antalya, 11'i İzmir, 8'i Adana ve 8'i ise İstanbul olmak üzere ankete daha çok büyükşehirlerden katılmışlardır (Şekil 2).

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri.

Table 1. Demographic features of participants.

Yaş	f	%	Cinsiyet	f	%
18-25	72	19,6	Kadın	182	49,5
26-35	123	33,4	Erkek	186	50,5
36-45	105	28,5	Toplam	368	100
46-55	51	13,9	Eğitim	f	%
56-65	15	4,1	İlköğretim	40	10,9
65+	2	0,5	Lise ve Dengi	46	12,5
Toplam	368	100	Üniversite	243	66
İkamet Süresi	f	%	Lisansüstü	39	10,6
1 yıldan az	5	1,4	Toplam	368	100
2-3 yıl	16	4,3	Doğum Yeri	f	%
4-5 yıl	13	3,5	Antakya	210	57,1
6-8 yıl	19	5,2	Hatay'ın Diğer İlçeleri	84	22,8
9-10 yıl	16	4,3	Diğer İller	74	20,1
11-15 yıl	28	7,6	Toplam	368	100
16-20 yıl	23	6,3			
20+ yıl	248	67,4			
Toplam	368	100			

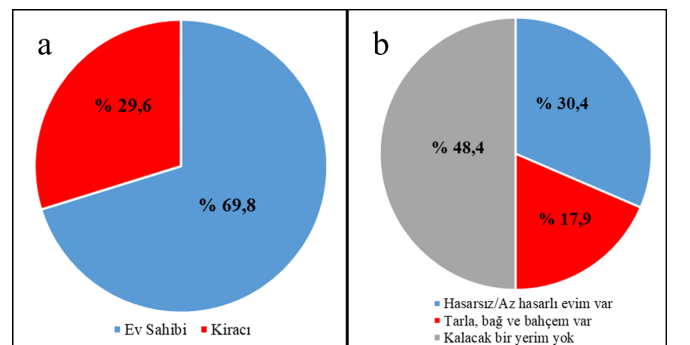


Şekil 2. Ankete katılanların buldukları illere göre dağılımı.
Figure 2. Distribution of participants by province of residence

Katılımcıların % 69,8'i Kahramanmaraş merkezli depremler öncesinde ev sahipleri olduklarını, % 29,6'sı ise yaşadıkları evde kiracı durumunda olduklarını belirtmişlerdir (Şekil 3a). Depremler sonrasında katılımcıların yaklaşık yarısı (% 48,4) kalacak herhangi bir yerlerinin olmadığını ifade etmişlerdir. % 30,4'ü hasarsız/az hasarlı bir eve sahipken, % 17,9'u ise tarla, bağ ve bahçeye sahiptir. Katılımcıların % 48'inin hasarsız/az hasarlı bir eve veya tarla, bağ ve bahçeye sahip olmaları yere bağlılık için önem arz etmektedir (Şekil 3b).

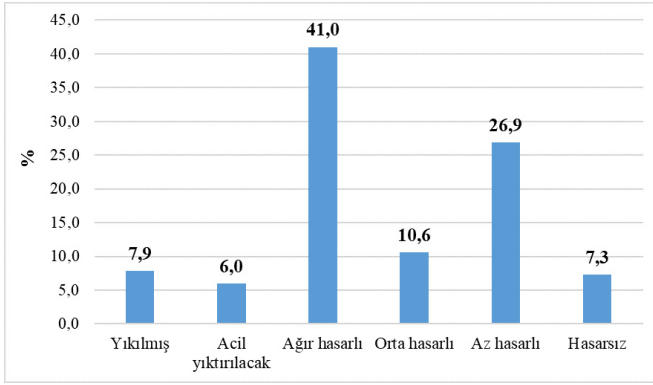
Katılımcıların yaşadıkları konutların (binaların) hasar durumları incelendiğinde; binaların % 41'inin ağır hasarlı, % 7,9'unun yıkılmış ve % 6'sının acil yıktırılacak durumda olduğu görülmüştür. Böylece katılımcıların % 55'inin en azından belirli bir süre evsiz kalacağı anlaşılmaktadır. Diğer yandan katılımcıların % 10,6'sının binası orta hasarlı, % 26,9'unun binası az hasarlı ve % 7,3'ünün binası ise hasarsız durumdadır (Şekil 4).

Katılımcılara "Eğer depremler sonrasında Hatay'da yaşıyorsanız, nerede barınıyorsunuz?" sorusu sorulmuş ve bu soruya 195 kişi cevap vermiştir. Bunların % 20,7'si çadırda, % 17,1'i az hasarlı/hasarsız evde, % 4,6'sı konteynerde yaşadıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 5a). "Eğer depremler sonrasında Hatay dışında yaşıyorsanız, nerede barınıyorsunuz?" sorusunu ise katılımcıların % 68,8'i cevaplamıştır. Katılımcıların % 20,4'ü kiraladıkları bir evde, % 18,5'i bir yakınlarının evinde, % 9,5'i devlet yurtlarında veya apartlarında, % 3'ü ise satın aldıkları evde yaşamlarını sürdürdüklerini belirtmişlerdir (Şekil 5b).



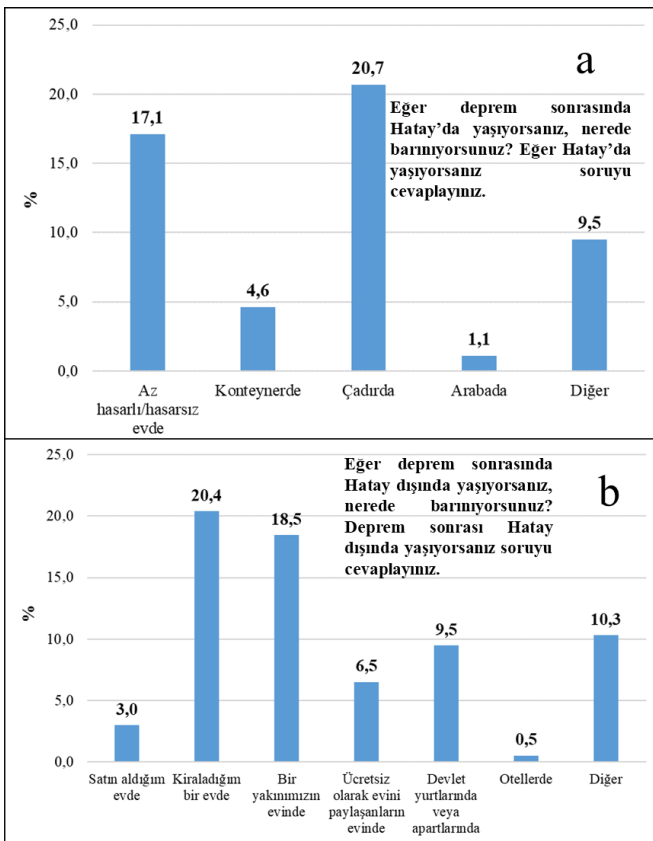
Şekil 3. Katılımcıların depremler öncesinde ev sahibi/kiracı, depremler sonrasında ise kalacak bir yerlerinin olup olmadığı sorusuna verdikleri cevaplar.

Figure 3. Responses of the participants to the question of whether they had a homeowner/tenant before the earthquakes and a place to stay after the earthquakes.



Şekil 4. Katılımcıların yaşadıkları konutların deprem sonrasındaki hasar durumları.

Figure 4. Damage status of the houses where the participants live after the earthquakes.



Şekil 5. Katılımcıların deprem sonrasında barınma durumlarına yönelik verdikleri cevaplar.

Figure 5. Responses of the participants about the sheltering situation after the earthquakes.

3.3. Yere Bağlılığa Yönelik Katılımcı Görüşlerinin Değerlendirilmesi

Yere bağlılığın ölçülmesinde katılımcılara yöneltilen en önemli sorulardan biri "Deprem sonrasında eğer Antakya dışında bir yerde kalıyorsanız, yaşanan yıkıcı depremlere rağmen Antakya'ya yönelik duygularınız nasıl?" sorusudur. Bu soruyu 330 kişi (% 89,7) cevaplamıştır. Buna göre soruyu cevaplayan katılımcıların % 82,1'i özlüyorum, % 0,3'ü özlemiyorum, % 1,1'i şu anda yaşadığım yer ile bir farkı yok ve % 6,3'ü ise fikrim yok şeklinde görüş belirtmiştir (Şekil 6a). Hatay'a özlem duyanların % 82 gibi yüksek bir oranda olması yere bağlılığın ne kadar

güçlü olduğunu açıkça göstermiştir. Katılımcıların % 20,1'inin (74 kişi) Hataylı olmamasına rağmen böyle bir sonucun ortaya çıkması yere bağlılığı güçlendirmektedir.

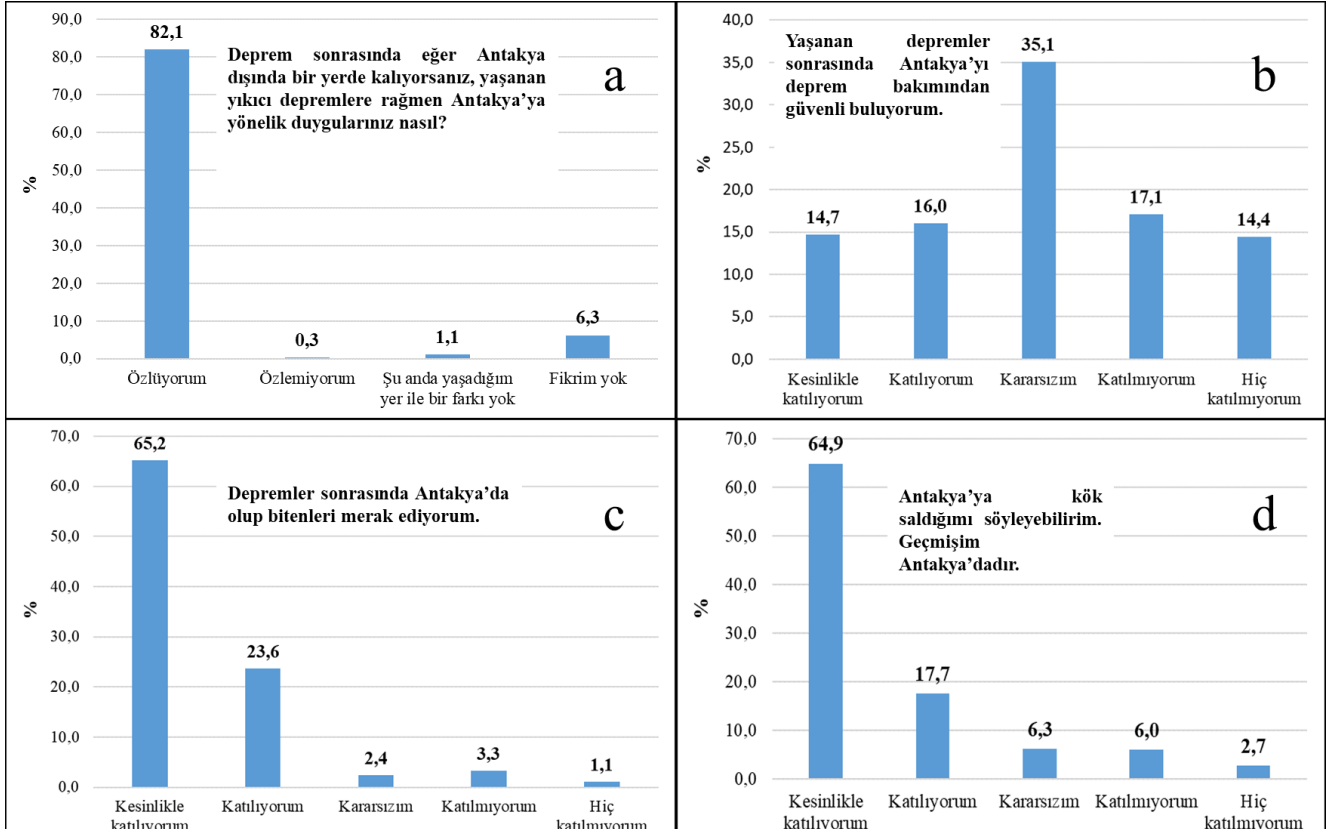
Yaşanan depremler sonrasında Antakya'nın deprem bakımından güvenli olup olmadığının belirlenmesi ilerleyen yıllarda yeniden Antakya'da yaşayabilme ihtimalinin anlaşılması bakımından önemlidir. Şüphesiz bu durum yere bağlılığı ortaya koyan önemli bir değişkendir. Antakya'yı güvenli buluyorum ifadesine katılımcıların % 35,1'i kararsızım, % 17,1'i katılmıyorum ve % 14,4'ü ise hiç katılmıyorum cevabını vermiştir (Şekil 6b). Böylece katılımcıların % 66'sının kentin güvenliği konusunda endişe duydukları anlaşılmaktadır. Bu endişeye rağmen yere bağlılığın belirlenmeye çalışıldığı soruların çoğunda yere bağlılığın yüksek olduğu görülmüştür. Başka bir soruda, "Depremler sonrasında Antakya'da olup bitenleri merak ediyorum" ifadesine katılımcıların % 65,2'si kesinlikle katılıyorum, % 23,6'sı ise katılıyorum cevabını vermiştir (Şekil 6c). Soruyu cevaplayanların % 88,8'inin kentte olup bitenleri merak etmeleri doğrudan veya dolaylı olarak yere bağlılığı ortaya koymaktadır.

"Antakya'ya kök saldığımı söyleyebilirim. Geçmişim Antakya'dadır" ifadesine katılımcıların verdikleri cevaplar yere bağlılığın ölçülmesinde oldukça önemlidir. Katılımcıların % 64,9'u kesinlikle katılıyorum ve % 17,7'si ise katılıyorum cevabını vermiştir (Şekil 6d). Böylece katılımcıların % 82,6'sının Antakya'ya yönelik büyük bir aidiyet duygusuna sahip oldukları dikkati çekmiştir. Bununla birlikte katılımcıların % 6,3'ü kararsızım, % 6'sı katılmıyorum ve % 2,7'si ise hiç katılmıyorum şeklinde düşüncelerini belirtmişlerdir. Şüphesiz bu görüşte olanların Antakya'da daha az ikamet etmiş ve/veya başka bir ilde doğmuş olan kısacası kentle ilgili yaşamışlıkların nispeten az olduğu kişilerden oluştuğu söylenebilir.

Yere bağlılığın ölçülmesinde bir diğer önemli husus "Bundan sonra, Antakya'da yaşamaya devam edeceğim" ifadesine katılımcıların verdikleri cevaplarıdır. Katılımcıların % 54,6'sı kesinlikle katılıyorum ve % 20,1'i katılıyorum düşüncesinde bulunmuşlardır (Şekil 7a). Böylece soruyu cevaplayan katılımcıların % 74,7'sinin Antakya'da yaşamaya devam edeceklerini belirtmeleri güçlü bir yere bağlılık durumunu ortaya koymaktadır. Şüphesiz ankete katılanların % 80'ninin (294 kişi) Hataylı olmasının da bunda etkili olduğu söylenebilir.

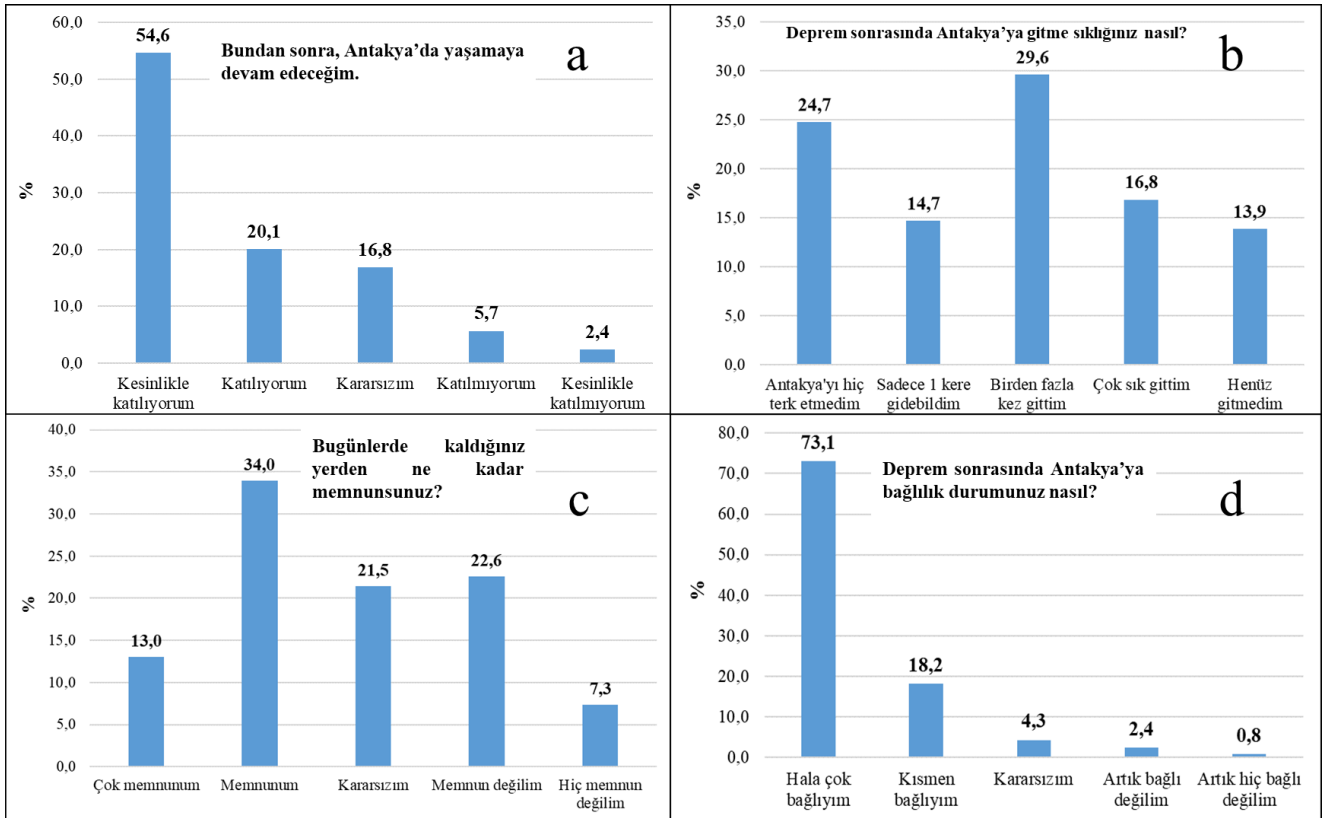
Yere bağlılığın ölçülmesinde katılımcılara "Depremler sonrasında Antakya'ya gitme sıklığınız nasıl?" sorusu yöneltilmiş ve soruyu cevaplayanların % 24,7'si Antakya'yı hiç terk etmedim, % 29,6'sı birden fazla kez gittim ve % 16,8'i ise çok sık gittim cevabını vermiştir (Şekil 7b). Böylece düşüncelerini belirtenlerin % 71'inin Antakya ile bağlantılarını sürdürmeleri yere bağlılığı ortaya koymaktadır. Ancak katılımcıların kentle sürekli temas halinde bulunmalarında yaşadıkları evin durumunun takip edilmesi, vefat eden veya yaralanan yakınlarının durumlarını öğrenmek istemeleri, tayin durumları, iş durumlarının takip edilmesi gibi değişkenlerin de belirleyici olduğu düşünülebilir.

"Bugünlerde kaldığınız yerden ne kadar memnunsunuz?" sorusu yere bağlılığı ölçen bir diğer sorudur. Bu soruya cevap veren katılımcıların genel durumları iki şekilde değerlendirilebilir. Göç ettikleri yerlerdeki memnuniyet durumları ve Hatay'da yaşadıkları ortamın yarattığı memnuniyetsizlikler.



Şekil 6. Katılımcıların yere bağlılıklarının ölçüldüğü bazı sorulara verdikleri cevaplar I.

Figure 6. Responses of the participants to some questions in which their place attachment was measured I.



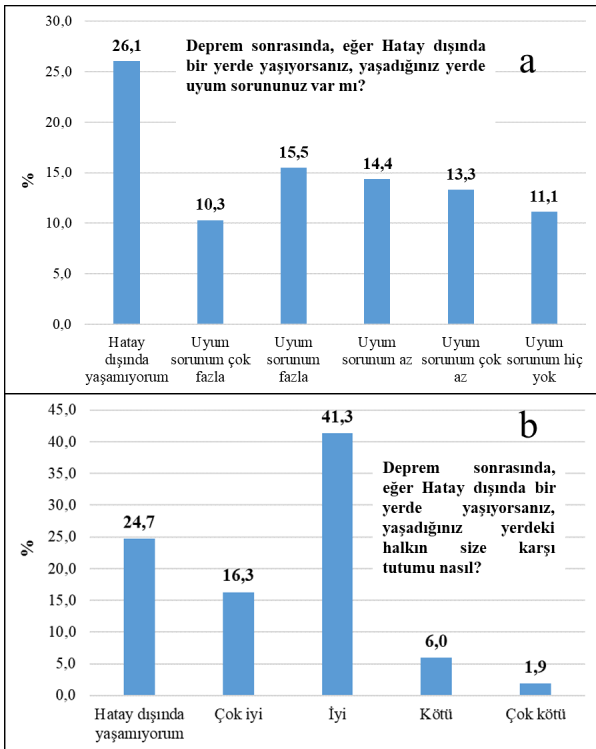
Şekil 7. Katılımcıların yere bağlılıklarının ölçüldüğü bazı sorulara verdikleri cevaplar II.

Figure 7. Responses of the participants to some questions in which their place attachment was measured II.

Soruyu cevaplayan katılımcıların % 34'ü memnundur ve % 13'ü ise çok memnundur cevabını vermiştir (Şekil 7c). Bu memnuniyet durumları üzerinde ekonomik gelir durumlarının, sağlıklı ve güvenilir ortam koşullarının etkili olduğu söylenebilir. Bunun aksine kentte büyük bir yıkımın yaşanmış olması, alt ve üst yapı hizmetlerinin büyük ölçüde aksaması, çoğu depremedenin çadır hayatı ile tanışmaları gibi faktörler büyük bir memnuniyetsizlik yaratmıştır.

Yere bağlılığın açıkça ölçülmeye çalışıldığı bir diğer soru "Deprem sonrasında Antakya'ya bağlılık durumunuz nasıl?" sorusudur. Bu soruya katılımcıların % 73,1'i hala çok bağılım, % 18,2'si ise kısmen bağılım cevabını vermiştir (Şekil 7d). Bu oranlar, deprem ve yıkıcı etkilerine rağmen yüksek bir yere bağlılık durumunu ortaya koymaktadır. Katılımcıların geri kalan % 7,5'lik kısmının kente bağlılık duygusu hissetmemeleri üzerinde yaşadıkları felaketin ve deprem öncesinde kentte nispeten kısa süre ikamet etmiş olmalarının etkili olduğu söylenebilir.

Depremler sonrasında Hatay'dan göç eden katılımcıların gittikleri kentlerde uyum sorunu yaşayıp yaşamadıklarının ölçülmesi yere bağlılığın belirlenmesinde önemlidir. Katılımcıların % 10,3'ü uyum sorunu çok fazla, % 15,5'i uyum sorunu fazla, % 14,4'ü uyum sorunu az ve % 13,3'ü ise uyum sorunu çok az cevaplarını vermişlerdir (Şekil 8). Şüphesiz başka bir ilde sosyal, kültürel veya ekonomik nedenlerle uyum sorunu yaşayanların Hatay'a dönme ihtimallerinin fazla olacağı söylenebilir. Bunun yanı sıra, aidiyet duygusu yüksek olan bazı insanlarda, başka illerde sağlıklı ortam koşulları yaratılmış olsa da uyum sorunları yaşanabilmektedir. Bu durum yıllarını yaşadıkları kente adanmış, güçlü bir akrabalık ilişkilerine sahip ve memleketini fazlasıyla özümsemiş olan insanlarda daha sık bir şekilde yaşanabilmektedir.



Şekil 8. Katılımcıların yere bağlılıklarının ölçüldüğü bazı sorulara verdikleri cevaplar III.

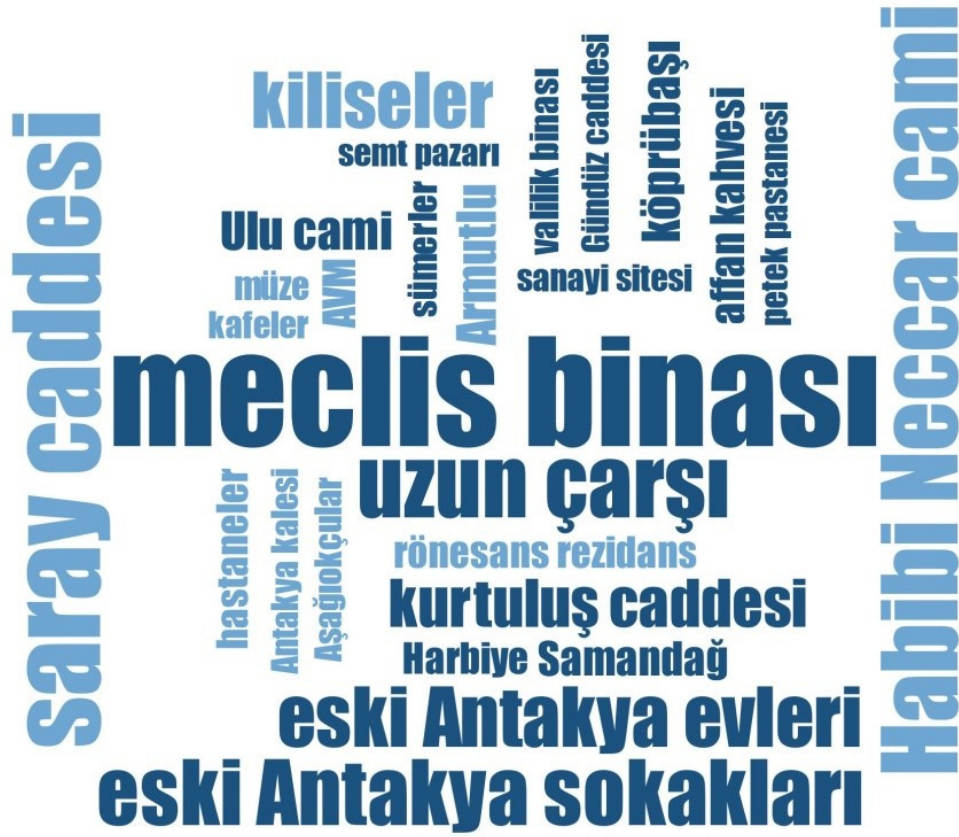
Figure 8. Responses of the participants to some questions in which their place attachment was measured III.

Bir başka soruda katılımcılara depremler sonrasında, "eğer Hatay dışında bir yerde yaşıyorsanız, yaşadığınız yerdeki halkın size karşı tutumu nasıl?" sorusu yöneltilmiştir. Memleketlerinde uzun yıllar içerisinde kurmuş oldukları sosyal ilişkileri başka bir yerde kısa zaman diliminde kurmak zordur. Göç ettikleri yerlerde halkın kendilerine karşı tutumunu kötü/çok kötü şeklinde değerlendiren katılımcıların oranı % 7,9'dur (Şekil 8). Bu durumda olan katılımcıların yeniden memleketlerine dönme ihtimalinin olduğu söylenebilir. Zira, karşılaşılan bu durumlar uyum sorunlarını da beraberinde getirebilmektedir.

İnsanlar yaşadıkları kentlerde anılarının geçtikleri evlere, mahallelerine, belirli bir cadde veya sokağa, semte veya tarihi bir öneme sahip bir yapıya yönelik güçlü bir aidiyet duygusuna sahip olabilmektedir. Şüphesiz bu değişkenlerin her biri yere bağlılığı da beraberinde getirmektedir. Buradan hareketle katılımcılara "ikamet ettiğiniz ev dışında depremlerin zarar verdiği mekânlar arasında en çok üzüldüğünüz 3 yer veya yapı neresi olmuştur?" şeklinde bir açık uçlu soru yöneltilmiştir. Bu soruya verdikleri cevaplar üzerinden kelime bulutları oluşturulmuş ve her bir kelimenin tekrarlanma sıklığı analiz edilmiştir. Böylece katılımcıların görüşleri üzerinde kentte aidiyet duygusu yüksek mekânlar ortaya konulmuştur. En sık tekrar edilen kelimeler sırasıyla; Meclis binası (107), Saray caddesi (80), Habibi Neccar cami (66), uzun çarşı (56), eski Antakya sokakları (52), eski Antakya evleri (43), kiliseler (39) ve Kurtuluş caddesi (27) olmuştur (Şekil 9 ve Fotoğraf 1). Şüphesiz bu cevaplar bir bütün halinde değerlendirildiğinde, depremler sonrasında özellikle kentteki kültürel miras yapılarına yönelik aidiyet duygularının baskın olduğu anlaşılmıştır. Zira, bu tarihi mekanlar asırlardır süregelen kültürel birikimi, yaşanmışlıkları ve önemli hatıraları yansıtmakla kalmayıp, adeta kentin kimliğini oluşturan unsurlar oluşturmıştır.

Yaşanan depremler sonrasında yere bağlılığı ortaya koyan en önemli coğrafi görünümünden birini kentin muhtelif yerlerinde dikkati çeken duvar yazıları (grafitler) oluşturmuştur. Buradan esinlenerek, anket formunda katılımcılara "Antakya'ya olan bağlılığınızı ve sevginizi Antakya sokaklarının duvarlarına yazacak olsanız, ne yazardınız?" sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen cevaplar, arazi gözlemlerinden elde edilenlerle birleştirilmiş ve içerik analizi yapılmıştır. Buna göre; "Geri Döneceğiz Hatay", "Elbet Bir Gün Buluşacağız", "Gitmedik ki Dönelim", "Hatay'da Doğdum, Hatay'da Öleceğim", "Küllerimizden Doğacağız" gibi güçlü bir aidiyeti ortaya koyan ifadelerin sıklıkla tekrar edildiği görülmüştür (Fotoğraf 2). Diğer yandan kentin farklı mahallelerinde duvar yazılarının o mahalle kültürünü ve geleneklerini ön plana çıkaracak şekilde yazıldığı ve yerel kültürün vurgulandığı dikkati çekmiştir. Arapça yazılmış "Me Rihna Nihna Hon (Gitmedik, Buradayız)", "Hon Hılıkna Hon Benmut (Burda Doğduk Burda Öleceğiz)" gibi ifadelerin yanı sıra "Bahurları Yakıp Kazanları Yeniden Kaynatacağız", "Gidicisen Hiç Gelme" ve "Dönücük Antekem" gibi duvar yazılarına rastlanılmıştır.

Depremler sonrasında Hatay'ı hiç terk etmeyenler yeniden yapılanma sürecinde yaşam mücadelelerine devam etmişler ve özellikle esnaflar arabalarda, enkaz aralarında, çadırlarda ve konteynerlerde işlerini yeniden kurarak depremin yaralarını sarmaya çalışmışlardır. Bu durum kentin muhtelif yerlerinde yere bağlılığı açıkça ortaya koyan coğrafi görünüm şeklinde kendini göstermiştir.



Şekil 9. Depremlerden hasar gören mekânlar arasında katılımcıların en çok üzüldüğü mekân ve yapıların tekrarlanma sıklığını ortaya koyan kelime bulutu.

Figure 9. A word cloud that reveals the frequency of repetition of the places and structures that the participants were most upset about among the places damaged by the earthquakes.



Fotoğraf 1. Depremler sonrasında ağır hasar alan Meclis binası (1a), Saray caddesi (1b), Habibi Neccar camii (1c) ve uzun çarşıdan (1d) görünüşleri.

Photo 1. Views from the Parliament building (1a), Saray street (1b), Habibi Neccar mosque (1c) and the long bazaar (1d), which were heavily damaged after the earthquakes.



Fotoğraf 2. Antakya'nın muhtelif yerlerinde yere bağlılığı yansıtan duvar yazıları.

Photo 2. Graffiti reflecting place attachment in various parts of Antakya.



Fotoğraf 3. Antakya'da yere bağlılığı yansıtan bazı ticari işletmelerden görünüm.

Photo 3. Views from some commercial establishments reflecting place attachment in Antakya.

Kentte özellikle "Haytali" ve "Künefe" gibi bazı yöresel ürünlerin satışının yapıldığı dükkânların yeniden faaliyet göstermesi, depremler sonrasında aidiyet duygusu üzerinden kimliğin yeniden inşasında ve yerel halkın motivasyonu bakımından büyük bir önem taşımaktadır (Fotoğraf 3).

4. Tartışma ve Sonuç

Yere bağlılık konusunda ulusal ve uluslararası literatürde çok sayıda akademik çalışma yapılmış olmasına rağmen depremler başta olmak üzere çeşitli doğal afetler sonrasında oluşan yere bağlılığın büyük ölçüde ihmal edilmiş olduğu dikkati çekmiştir. Bir doğal afetler ülkesi olan Türkiye'de bu konunun yeterince ele alınmamış olması şaşırtıcıdır. Konuyla ilgili olarak, Türkiye'de 1999 Marmara depremi sonrasında Düzce'nin yeniden yapılması sürecindeki yere bağlılık durumunu ortaya koyan çalışmalar dikkat çekicidir (Arslan, 2009; Arslan & Ünlü, 2010). Bu makale hazırlanırken özellikle Marmara depremi sonrasında

Düzce kenti sakinlerinin (depremzedelerin) yere bağlılık durumunu konu alan çalışmalardan esinlenilmiştir. Ancak doğal afetler sonrasında yere bağlılığı inceleyen çok az sayıda çalışma bir tarafa bırakılırsa, doğrudan yere bağlılıkla ilgili diğer tüm çalışmalarda bulgular yönüyle önemli benzerliklerin olduğunu söylemek mümkündür.

Arslan & Ünlü (2010) Düzce kentinde depremlere yönelik gerçekleştirdikleri alan araştırmalarında yer değiştirme, ev sahipliği ve kentte yaşam süresi ile yere bağlılık arasında anlamlı ilişkiler olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca afet sonrası yer değiştirme deneyimine sahip olan depremzedelerin yeni çevrelerine psikolojik ve sosyal bağlılık düzeylerinin yer değiştirmeyenlere oranla düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Yere bağlılığı konu alan başka bir çalışmada, Turut & Özgür (2018) Antalya örneğinden hareketle Antalya'ya göç edenlerin kentle bütünleşme önceliklerinde barınma koşullarının önemli bir etmen olduğunu bulgulamışlardır. Aynı şekilde kentin fırsatlarına erişim, mülk edinimi ve kentte yaşama süresinin artmasıyla göç edenlerde yere bağlılık duygusunun yükseldiğini belirlemişlerdir. Ağbaba (2020) Niğde örneğinde yaptığı bir çalışmada, kentlerde yaşayan katılımcıların yere bağlılığının büyük ölçüde evi işaret ettiğini ortaya koymuştur. Ev sahibi olmanın yere bağlılığı arttırdığını, kiracı olmanın da yere bağlılık referansında azalmaya neden olduğunu açıklamıştır. Benzer şekilde, yer kimliği ile doğum yeri arasında önemli bir bağlantı olduğunu tespit edilmesi bu çalışmanın en önemli bulguları arasında yer almıştır. Uysal (2015) ise yere bağlılık ve mekân ilişkilerinde göç eden kişilerin coğrafi kökenlerinin yani kişilerin kendilerini daha çok nereli hissettiklerinin yere bağlılığın açıklanmasında önemli bir değişken olduğu üzerinde durmuştur. Göregenli vd. (2014) çalışmalarında yere bağlılık ölçeğinin birinci faktörü olarak katılımcıların mekâna yönelik güvenlik algıları üzerinde durmuşlardır. Güvenlik kaygısı ile yere bağlılık arasındaki ilişki literatürdeki bazı çalışmalarda da vurgulanmıştır (Brown vd., 2003; Lewicka, 2005; Gifford vd., 2009; Güler & Kutay Karaçor, 2018).

Yere bağlılıkla ilgili daha önceden yapılmış olan çalışmalarda ortaya konulan bulgular, bu makalenin bulgularıyla benzerlikler göstermiştir. Zira, Antakya kentinin ele alındığı bu çalışmada ankete katılanların kentteki ikamet süreleri ve doğum yerlerinin yere bağlılığı etkileyen önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan ev sahibi olma durumu ile yere bağlılık arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit edilmesi bu çalışmanın önemli bulgularından birini oluşturmuştur. Antakya'nın Şubat 2023'te meydana gelen yıkıcı depremlerle neredeyse yerle bir olmasına rağmen katılımcıların azımsanmayacak bir bölümünün (% 34), kenti bundan sonra yaşanabilecek depremler konusunda güvenli görmesi yere bağlılığı arttıran bir faktör olarak ayırt edilmiştir. Deprem ve etkilerine yönelik katılımcı görüşleri, depremin yıkıcı etkilerine rağmen kentte yaşamaya devam edenlerin veya başka bir yere göç etmiş olsalar da bazı katılımcıların kenti sıklıkla ziyaret etmiş olmaları yere bağlılığı açıkça ortaya koymuştur.

Önceki akademik çalışmalarda yere bağlılık, büyük ölçüde sosyal ve psikolojik uyum üzerinden ele alınmıştır. Söz konusu çalışmalardan farklı olarak bu makalede özlem duygusu, kentin depreme karşı güvenli olup olmaması, kentte olup bitenlere yönelik duyulan merak, geçmiş yaşantılar, gelecekte Antakya'da

yaşanıp yaşanmayacağı, kenti ziyaret etme sıklığı, yaşanan yerdeki memnuniyet ve uyum durumu yere bağlılığın belirleyicileri olmuştur. Bu nedenle çalışmada yere bağlılık konusunda sonraki süreçte gerçekleştirilecek nicel araştırmalara örnek oluşturabilecek kapsamlı anket soruları üzerinden bir ölçeğin oluşturulması ve bu yönüyle literatüre katkı sağlanması çabası içerisine girilmiştir. Bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran önemli bir özelliği de, arazi gözlemleri neticesinde kentin sokaklarında yüksek bir yere bağlılık düzeyini yansıtan duvar yazıları ve işyeri tabelalarının içerik analizine tabi tutulmasıdır. Depremler sonrasında kent sakinlerinin duygu, düşünce, karakter ve ruhsal durumlarını kentsel mekâna güçlü bir şekilde yansıttıklarının ortaya konulması bu çalışmanın özgün bulgularından birini oluşturmuştur. Sonuç olarak, kentin yeniden yapılanması sürecinde gözlemlenen güçlü aidiyet durumunun, tarih boyunca defalarca yerle bir olan Antakya'nın yeniden ayağa kalkmasında önemli sinyaller verdiği anlaşılmıştır.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The author declares that there is no conflict of interest.*

Etik Kurul İzni

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 12.06.2023 tarih ve 04/22 sayılı kararınca Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi kapsamında değerlendirilmiş ve uygun görülmüştür.

Kaynakça

Adams, P. (2014). Place attachment: Advances in theory, methods, and applications. *Geographical Review*, 105(1), 129-132. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2014.12061.x>

Ağbaba, D. (2020). *Çok kültürlü toplumlarda mekân, kimlik ve aidiyet dinamikleri: Niğde örneği*. (Yayın no: 628170) [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

Ar, M. (2021). Mekân, yer ve yersizlik kavramları üzerine bir inceleme. *Şehir ve Medeniyet: Şehir Araştırmaları Dergisi*, 7(14), 8-25. <https://www.sehirmedeniyetdergisi.org/wp-content/uploads/2021/09/1.Mazlum-Ar.1.pdf>

Arslan, H. (2009). *Afet sonrası yeniden yapılanma sürecinin yere bağlılık, yer değiştirme ve bilişsel haritalama olguları açısından irdelenmesi*. (Yayın no: 252188) [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

Arslan, H., & Ünlü, A. (2010). Afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde yer değiştirme ve yere bağlılığın değerlendirilmesi: Düzce örneği. *İTÜ Dergisi*, 9(1), 43-53. http://ituderigi.itu.edu.tr/index.php/ituderigi_a/article/view/1037

Ayberk, C. (2018). Yer bağlılığı açısından Ters Yüz (Inside Out) filminin nitel analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(2), 273-287. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000202

Brown, B., Perkins, D. D., & Brown, G. (2003). Place attachment in a revitalizing neighbourhood: Individual and block levels of analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 23, 259-271. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00117-2](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00117-2).

Brown B., Altman, I., & Werner, C. (2012). Place attachment. *Int Encycl Hous Home*, 183-188. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047163-1.00543-9>

Canpolat, E., Dinç, Y., Usun, Ç.F., & Geçen, R. (2020). 25.09.2014 tarihinde Erzincan'da (Hatay) meydana gelen sel ve taşkın oluşumunda coğrafi faktörlerin değerlendirilmesi. *Coğrafya Dergisi*, 41, 129-146. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-0048>

Ceylan, M.A., & Dinç, Y. (2017). Türkiye'de doğal afetler nedeniyle yeri değiştirilen bazı yerleşmelere coğrafi bir bakış. İçinde Toprak Kahraman, Z., Sancakdar, O. & Kaya, S.İ. (Ed.). *Disiplinlerarası Afet Yönetimi Araştırmaları* (ss. 19-39), Birleşik Matbaa Yayıncılık.

Chaudhary, M. T., & Piracha, A. (2021). Natural disasters, origins, impacts, management. *Encyclopedia*, 1(4), 1101-1131. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1040084>

Coşkun, M. (2018). *1940'tan günümüze Hatay'a göç eden toplulukların kültürel adaptasyon süreci ve mekan aidiyeti (Amik Ovası ve çevresi)*. (Yayın no: 517380) [Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

Crowards, T. (2000). *Comparative vulnerability to natural disasters in the Caribbean*. Caribbean Development Bank Staff Working Paper No 1/00; Caribbean Development Bank

Dixon, J., & Durrheim, K. (2004). Dislocating identity: Desegregation and the transformation of place. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 455-473. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.09.004>

Diener, A. C., & Hagen, J. (2022). Geographies of place attachment: A place-based model of materiality, performance, and narration. *Geographical Review*, 112(1), 171-186. <https://doi.org/10.1080/00167428.2020.1839899>

Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. *TMMOB Afet Sempozyumu (5-7 Aralık 2007) Bildiriler Kitabı* (ss.1-14).

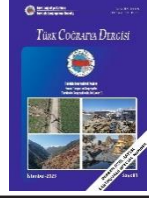
Fried, M. (1963). Grieving for a lost home. In L.J. Duhl (Ed.). *The Urban Condition: People and Policy in the Metropolis* (pp.151-171). Basic Books.

Gifford, R., Scanell, L., Kormos, C., Smolova, L., Biel, A. & Boncu, S. (2009). Temporal pessimism and spatial optimism in environmental assessment: An 18-nation study. *Journal of Environmental Psychology*, 29, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.06.001>

- Gökçe, O., Özden, Ş., & Demir, A. (2008). *Türkiye’de afetlerin mekânsal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı Yayınları.
- Göregenli, M., & Karakuş, P. (2014). Göç araştırmalarında mekân boyutu: Kültürel ve mekânsal bütünleşme. *Türk Psikoloji Yazıları*, 17(34), 101-115. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/166941>
- Göregenli, M., Karakuş, P., Özgen-Kösten, E.Y., & Umuroğlu, İ. (2014). Mahalleye bağlılık düzeyinin kent kimliği ile ilişkisi içinde incelenmesi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 29(73), 73-85. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/185893/>
- Güler, İ. (2019). *Düzce kentinde risk algısının yer bağlılığı ile ilişkisi*. (Yayın no: 588316) [Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Güler, İ., & Kutay Karaçor, E. (2018). Yer bağlılığı ve risk algısı kavramları arasındaki ilişki. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 1377-1390. <https://doi.org/10.29130/du-bited.402347>
- Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (2023). *6 Şubat depremleri Hatay ili saha raporu*, <https://hasuder.org/Duyurular/EkIn-dir/38df2904-d548-1df3-73df-3a098be7d1cf> Erişim Tarihi: 07.03.2023
- Hashemnezhad, H., Heidari, A. A., & Mohammad Hoseini, P. (2013). Sense of place and place attachment. *International Journal of Architecture and Urban Development*, 3(1), 5-12. https://ijaud.srbiau.ac.ir/article_581.html
- Hidalgo, M.C., & Hernandez, B. (2001). Place attachment: conceptual and empirical questions. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 273-281. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0221>
- Hummon, D. M., (1992). Community attachment: local sentiment and sense of place. In I. Altman & S. M. Low, (eds.), *Place Attachment*, Plenum.
- Karakuş, P. (2014). *Farklı kimlik gruplarında yer kimliği, yerin anlamları ve kültürlenme süreçleri*. (Yayın no: 370668) [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Lewicka, M. (2005). Ways to make people active: Role of place attachment, cultural capital and neighborhood ties. *Journal of Environmental Psychology*, 4, 381-395. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2005.10.004>
- Milligan, M. J., (1998). Interactional past and potential: the social construction of place attachment. *Symbolic Interaction*, 21,1-33. <https://doi.org/10.1525/si.1998.21.1.1>
- Noji, E. K. (1991). *Natural disasters. Critical Care Clinics*, 7(2), 271-292. [https://doi.org/10.1016/S0749-0704\(18\)30306-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0704(18)30306-3)
- Özşahin, E. (2013). Türkiye’de yaşanmış (1970-2012) doğal afetler üzerine bir değerlendirme. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (25-27 Eylül 2013) Bildiriler Kitabı* (ss.1-8).
- Proshansky, H.M., Fabian, A.K., & Kaminoff, R. (1983). Place-Identity: physical world socialization of the self. *Journal of Environmental Psychology*, 3, 57-83. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(83\)80021-8](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(83)80021-8)
- Seamon, D., & J. Sowers (2008). Place and Placelessness (1976): Edward Relph. In P. Hubbard, R. Kitchin & G. Valentine (Eds). *Key Textsin Human Geography*, Sage.
- Selçuk Biricik, A., Ceylan, M.A. & Ünlü, M. (1996). *1 Ekim 1995 Dinar depremi*. Yeni Asya Matbaacılık ve Yayıncılık.
- Song, Z., & Soopramanien, D. (2018). Types of place attachment and pro-environmental behaviors of urban residents in Beijing. *Cities*, 84, 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.07.012>
- Südaş, İ. (2019). *Şehirden kopuş mu? Değişen İzmir’de köylere göç*. Ege Üniversitesi Yayınları.
- Stokol, D., & Shumaker, S. A. (1981). People in places: A transactional view of settings. In Harvey, J. H. (Ed.). *Cognition Social Behaviour And The Environment*. (pp.441-488), NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2007). *Doğal afetler ve Türkiye*. Gün-düz Eğitim ve Yayıncılık.
- Tuan, Y-F. (1977). *Space and place: The perspective of experience*. University of Minnesota Press.
- Turut, H., & Özgür, E.M. (2018). Bir kente göçün hikâyesi: Süreçler, bütünleşme ve aidiyet. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 153-180. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000196
- Uçar Kocaoğlu, B. (2019). Yeniden canlandırma alanlarında yer bağlılığı ve katılım. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 28(3), 1-19.
- Ujang, N., & Zakariya, K. (2015). Place Attachment and the Value of Place in the Life of the Users. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 168, 373-380. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.243>
- Uysal, A. (2014). *Londra’da Türk varlığı: Mekan ve aidiyet*. (Yayın no: 391489) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

Uysal, A. (2015). Londra'daki Türklerde aidiyet ve mekân ilişkisi. *Coğrafya Dergisi*, 30, 61-78.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25075/264655>

Wraith, J. (1975). Topophilia: A study of environmental perception, attitudes and values. *Journal of Architectural Education*, 29(1), 32-32.
<http://dx.doi.org/10.1080/10464883.1975.10758016>



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında Muş ili ve çevresinin deprem tehlikesine yönelik bir değerlendirme¹

An assessment of earthquake hazard of Muş province and its surrounding after the 6 february 2023 Kahramanmaraş-centered earthquakes²

İskender Dölek^{a*}, Rezzan Ekinci^b, Hamdi Alkan^c, Aydın Büyüksaraç^d, Yunus Levent Ekinci^e

^a Muş Alparslan Üniversitesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Muş, Türkiye.

^b Muş Alparslan Üniversitesi, Acil Durum ve Afet Yönetimi Programı, Muş, Türkiye.

^c Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye.

^d Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Maden Teknolojisi Programı, Çanakkale, Türkiye.

^e Bitlis Eren Üniversitesi, Sanat Tarihi Bölümü, Bitlis, Türkiye.

ORCID: İ.D. 0000-0002-5922-8515; R.E. 0000-0002-5367-8857; H.A. 0000-0003-3912-7503; A.B. 0000-0002-4279-4158; Y.L.E. 0000-0003-4966-1208

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 14.06.2023

Kabul/Accepted: 20.07.2023

Anahtar Kelimeler:

Doğu Türkiye

Muş

Coulomb gerilme

değişimi

Depremsellik

Keywords:

Eastern Turkey

Muş

Coulomb stress change

Seismicity

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(İ. Dölek) isdolek@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1314609



Atf/Citation:

Dölek, İ., Ekinci, R., Alkan, H., Büyüksaraç, A., & Ekinci, Y.L. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında Muş ili ve çevresinin deprem tehlikesine yönelik bir değerlendirme. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 59-71.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1314609>

ÖZ / ABSTRACT

Türkiye'nin doğusunda bulunan Muş havzası birçok aktif fay ve fay zonuna sahiptir. Ayrıca bölge tarihsel ve aletsel dönemde yıkıcı etkiye sahip orta ve büyük birçok depreme maruz kalmıştır. Bu çalışmada, Muş havzasında 2010-2023 yılları arasında meydana gelen ve büyüklükleri $M_w \geq 4.0$ olan depremler kullanılarak bölgenin tektonik gerilme durumu Coulomb gerilme analizi ile incelenmiştir. Derinlik ile birlikte statik gerilme değişimlerini modellemek için farklı derinlik seviyeleri için Coulomb gerilme değişimi haritaları oluşturulmuştur. Özellikle, Muş havzasının kuzey batısında bulunan Karlıova üçlü birleşimi civarında bulunan Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkili Kargapazarı ve Elmalı segmentleri ile Varto Fay Zonu boyunca sığ derinliklerde pozitif Coulomb gerilme değerleri göze çarpmaktadır. Bunun aksine, Muş şehir merkezinin doğusunda bulunan Bulanık Fayı, Haçlıgölü Fayı ve Malazgirt Fayı civarında ise gerilme değişiminin daha durağan olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, Muş şehir merkezinin özellikle kuzey doğusunda sığ derinliklerde sismik aktivite ihtimali diğer bölgelere göre daha yüksektir.

The Muş basin, located in eastern Turkey, has many active faults and fault zones. Also, the region has been exposed to many medium and large earthquakes with devastating effects in the historical and instrumental periods. In this study, the tectonic structure of the region was investigated by Coulomb stress analysis using earthquakes with magnitudes of $M_w \geq 4.0$ that occurred in the Muş basin between 2010-2023. Also, we produced the Coulomb stress change maps for different depth levels. The positive Coulomb stress changes were observed at shallow depths along the Kargapazarı and Elmalı segments associated with the North Anatolian Fault Zone and along with the Varto Fault Zone located around the Karlıova triple junction. On the contrary, the stable Coulomb stress changes were observed in and around the Bulanık Fault, Haçlıgölü Fault, and Malazgirt Fault, located in the east of Muş City. As a result, the probability of seismic activity is higher at shallow depths, especially in the northeast of Muş City center, compared to other regions.

¹ Bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi BAP birimi tarafından BAP-23-EMF-4904-01 kodlu proje ile desteklenmiştir.

² This study is supported by the Muş Alparslan University BAP (Scientific Research Projects) with the project code BAP-23-EMF-4904-01.

Extended Abstract

Introduction

Türkiye is located in the Alpine-Himalayan Earthquake Zone, which is one of the most tectonically active regions in the world. Thus, various devastating earthquakes have occurred in many parts of the country so far and other major earthquakes are expected to occur. Eastern Anatolia is a region with intense seismic activity in both historical and instrumental periods. The general tectonism in the region is under the influence of the right-lateral strike-slip North Anatolian Fault Zone and the left-lateral East Anatolian Fault Zone, which converge at the Karlıova Triple Junction (KTJ) as a result of the collision of the Arabian plate and the Anatolian plate. In addition, the generally NW-SE oriented right lateral and NE-SW oriented left lateral faults, which developed due to this collision and are located to the east of the Karlıova Triple Junction, are important units of the complex tectonic structure in the region.

Muş basin, which extends to the Bitlis mountains in the south, has an approximately east-west direction. This basin is separated from the Hınıs basin by the Bingöl volcano and the Hamurpet elevation in the north, and from the Ahlat-Adilcevaz-Van lake basins by the Nemrut volcano in the east. Some important tectonic structures in Muş basin and its surroundings are the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), East Anatolian Fault Zone (EAFZ), Palandöken Fault, Akdoğan Lake Fault, Varto Fault Zone (VFZ), Bulanık Fault (BUF), Haçlıgölü Fault (HGF), Malazgirt Fault (MF), Nemrut Fault, Lake Nazik Fault, Muş Fault Zone (MFZ) and Kavakbaşı Fault Zone. These active faults and fault zones cause high seismicity in the region. A major earthquake that will occur in these faults and fault zones is likely to seriously affect the Muş Province.

Studies about the recurrence intervals of the earthquakes, expected magnitudes of the earthquakes, possible surface rupture lengths and type of fault behaviors can reveal the earthquake risks in a region having high seismic activity, and can also determine the degree of precautions to be taken. In this context, it is of great importance to investigate Muş Province, which is under the influence of faults that have the potential to produce large earthquakes in its surroundings. Additionally, the scarcity of such studies covering Muş Province in the literature is an important factor in conducting this study.

Data and Method

Coulomb stress change is an important parameter in terms of earthquake interactions and seismic hazard assessment. It is known that major earthquakes can trigger different earthquakes over short distances by static or dynamic stress transport. For an earthquake to trigger another earthquake, a stress increase of at least 0.5 bar is sufficient in a region. The Coulomb stress change method is based on calculating the stress changes on the receiving fault or faults using the planar parameters and earthquake parameters of a fault that has produced an earthquake. Generally, different fault types such as strike-slip, dip-slip, or oblique-slip are considered as recipient faults. However, in regions with complex tectonism and many faults and fault groups, the planar parameters of the recipient faults cannot be determined exactly. Thus, the recipient fault or faults are determined according to optimally located models.

In this study, Coulomb stress change maps of Muş province and its surroundings were produced for different depths (5.0, 10.0, 15.0, 20.0 km) and interpretations were made about the seismic risk of the region. To calculate static stress changes, focal mechanism parameters of 32 earthquakes with magnitude $M_w \geq 4.5$ that occurred in the region between 2010 and 2023 were used.

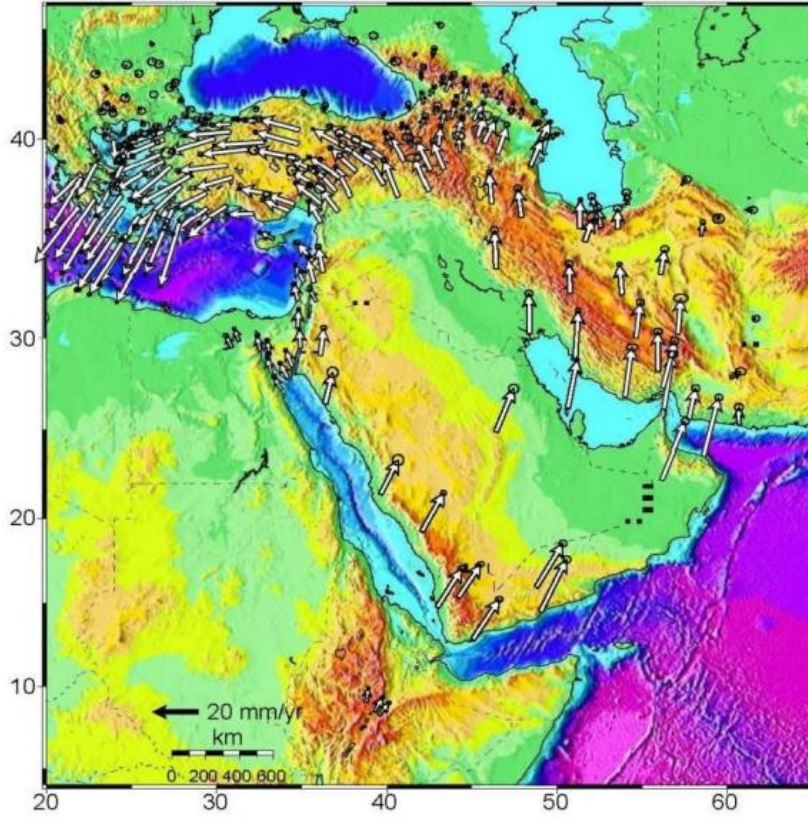
Results and Discussions

While selecting depth ranges, hypocenter depths of previous earthquakes in the region were taken into account. Positive and negative values of Coulomb stress changes represent high and low-stress regions, respectively. There are positive and negative stress changes in the northwest of Muş province. Relatively, stress changes are more stable within the borders of Muş province. In the north-east of the region, there is the VFZ with a right-lateral strike-slip fault mechanism, the Kargapazarı segment (KPS) and Elmalı segment (ELS) of the NAFZ, and the Karlıova and Ilica segments of the EAFZ. Especially around KTJ, 4 positive and 4 negative stress lobes can be observed in the 5-15 km depth range. The directions of the positive stress lobes are NW-SE and NE-SW, while the directions of the negative stress lobes are approximately N-S and E-W. It can be observed that the stress values are quite high (~ 0.1 bar), especially at shallow depths (~ 10 km) around the KTJ. In this case, it is quite reasonable to expect seismic activity along the KPS, ELS and VFZ, especially at shallow depths. Additionally, there are positive stress values around the MF, BUF and HGF in the region, especially at 15-20 km depth levels. It is clear that the area around the MFZ has a relatively more stable structure. According to the modeling results based on Coulomb stress change analysis, the earthquakes that will originate from the complex main tectonic structures, especially around the north-west of Muş province have the potential to affect the region seriously.

1. Giriş

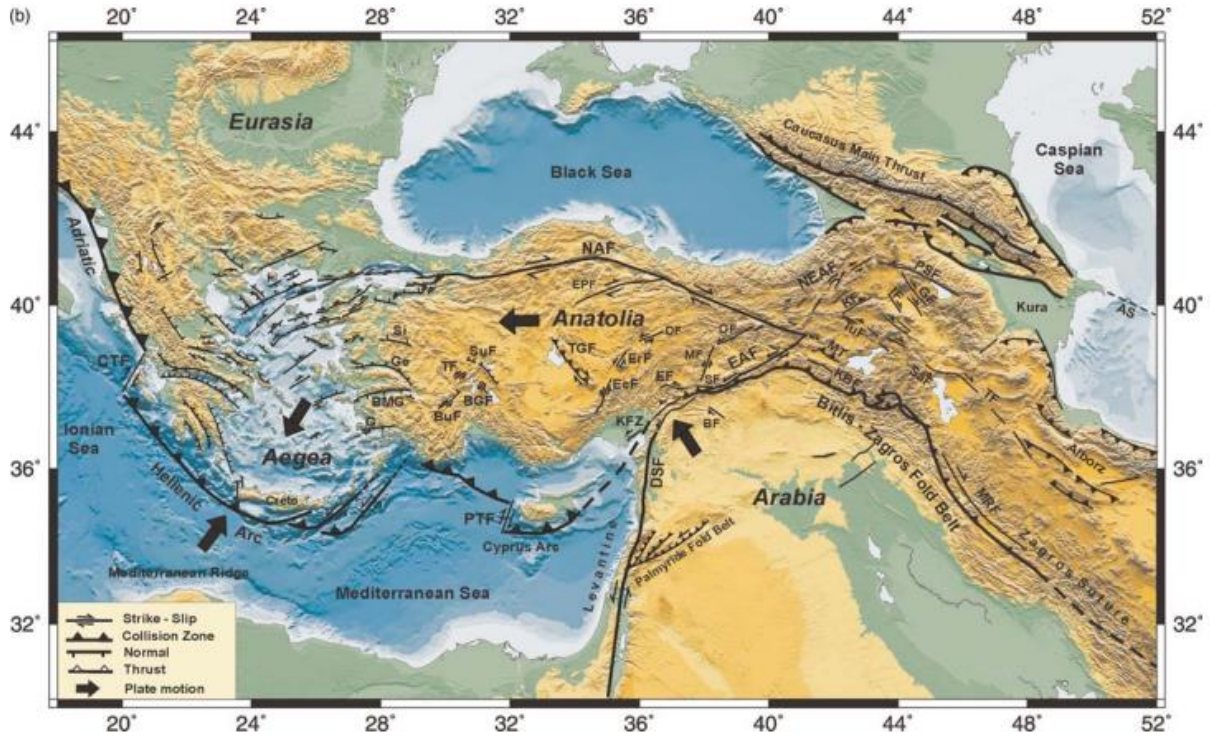
Alp-Himalaya Orojenik Kuşağında bulunan Anadolu levhası, Avrasya levhasının güney yönlü (~ 5 mm/yıl), Arap levhasının kuzey yönlü (~ 15 mm/yıl) ve Afrika levhasının kuzey yönlü (~ 5 mm/yıl) hareketleri nedeniyle batıya doğru hareket etmekte (~ 24 mm/yıl) ve aynı zamanda saat yönünün tersine rotasyonel hareket göstermektedir (Şengör & Yılmaz, 1981; Bozkurt, 2001; Reilinger vd., 2006; Emre vd., 2018; Alkan vd., 2021) (Şekil 1). Dolayısıyla, yaklaşık olarak 12 milyon yıl önce başlayan ve halen devam eden bu çarpışma neticesinde, bu levhaların çarpışma kuşakları boyunca bölgede farklı oryantasyondaki aktif faylar, sıkışma ve açılma tektoniği, yoğun volkanizma, kabuksal kısılma/kalınlaşma gelişmiştir (Koçyiğit vd., 2001; Şengör vd., 2008; Alkan, 2022). Bu deformasyon karakteri doğrultu atımlı olan fay mekanizmalarının gelişmesine sebep olmuştur (Işık vd., 2020; 2021a, b).

Anadolu levhası ve civarındaki en önemli tektonik yapılar, sağ yönlü doğrultu atımlı mekanizmaya sahip Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), sol yönlü doğrultu atımlı mekanizmaya sahip Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ), Batı Anadolu Graben Sistemi (BAGS), Karlıova Üçlü Birleşimi (KUB) ve Bitlis-Zagros Büklüm Kuşağı (BZBK) olarak gösterilebilir (Keskin, 2003; Şengör vd., 2003; Reilinger vd., 2006) (Şekil 2).



Şekil 1. Orta Doğu ve Avrasya'nın içinde bulunduğu tektonik süreçlerin ve özellikle Anadolu'nun rotasyonel hareketinin GPS verileriyle gösterimi (Reilinger vd., 2006'dan uyarlanmıştır).

Figure 1. Representation of the tectonic processes, particularly the rotational movement of Anatolia, using GPS data in the context of the Middle East and Eurasia (adapted from Reilinger et al., 2006).



Şekil 2. Anadolu'nun tektonik özellikleri. WAEP: Batı Anadolu genişleme bölgesi, NAF: Kuzey Anadolu fayı, EAF: Doğu Anadolu Fayı, DSF: Ölü Deniz Fayı, BZFB: Bitlis-Zagros büküm kuşağı (Taymaz vd. 2007).

Figure 2. Tectonic features of Anatolia. WAEP: Western Anatolian Extensional Province, NAF: North Anatolian Fault, EAF: East Anatolian Fault, DSF: Dead Sea Fault, BZFB: Bitlis-Zagros Fold Belt (Taymaz et al. 2007).

2. Jeolojik ve Tektonik Özellikler

Çalışma alanına çok yakın olan Avrasya-Anadolu ve Arap-Anadolu levhalarını birbirinden ayıran KAFZ ve DAFZ'nun kesişmesi, esas olarak Arap ve Afrika levhalarının Avrasya ve Anadolu levhalarına çarpmasından kaynaklanmaktadır (Şengör vd., 1985, 2005). Kavşağın doğusunda kalan alan, doğrultu atımlı faylanmanın hakim olduğu neotektonik rejim ve ilgili yapılarla karakterizedir (Dhont & Chorowicz, 2006; Koçyigit vd., 2001; Özkaymak vd., 2011). Doğu Türkiye'nin tektonik durumunu etkileyen bir diğer önemli yapısal özellik, sol yanal ÖDFZ olup doğuda Arap levhası ile batıda Afrika levhası arasındaki sınırdır (Freund vd., 1970; McClusky vd., 2000; Quennell, 1958; Walley, 1988) (Şekil 2).

Diğer taraftan, KUB'nin doğusu ve güney doğusunda bu çarpışma tektoniği ile ilişkili olarak KB-GD ve KD-GB doğrultulu sağ ve sol yönlü faylar baskındır. D-B doğrultulu Muş-Van Gölü ve Pasinler rampa havzaları, Doğu Anadolu Bölgesinin önemli tektonik unsurlarıdır (Işık vd., 2017). Muş ili, KUB'nin doğusunda ve BZBK'nin hemen kuzey doğusunda yer almaktadır.

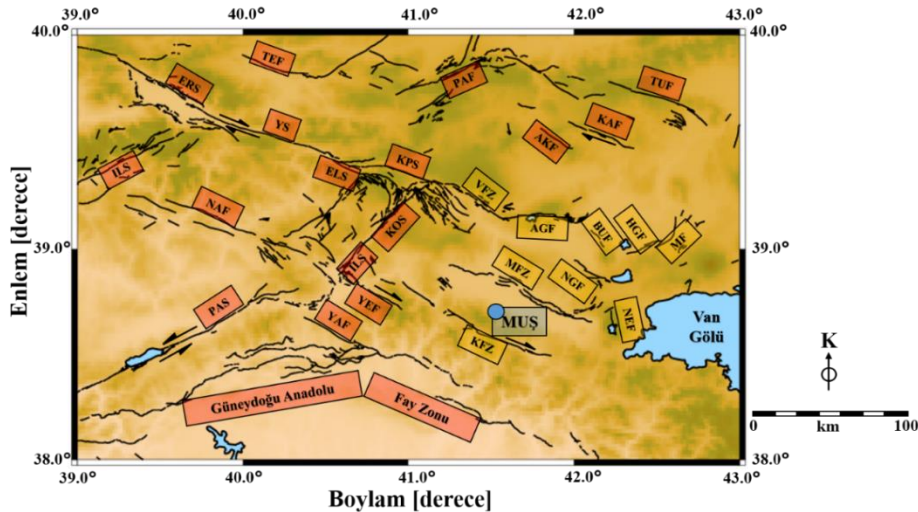
Muş ili ve civarındaki bazı önemli tektonik yapılar; KAFZ, DAFZ, Palandöken Fayı (PAF), Akdoğan Gölü Fayı (AGF), Varto Fay Zonu (VFZ), Bulanık Fayı (BUF), Haçlıgölü Fayı (HGF), Malazgirt Fayı (MF), Nemrut Fayı (NEF), Nazik Gölü Fayı (NGF), Muş Fay Zonu (MFZ) ve Kavakbaşı Fay Zonu (KFZ) olarak verilebilir (Şekil 3).

Bu aktif fay ve fay zonları bölgede önemli derecede sismisiteye sebep olmaktadır. 2010-2023 yılları arasında Muş ili ve civarında aletsel büyüklüğü $M_w \geq 4.0$ olan depremlerin episantr dağılımını Şekil 4'de gösterilmektedir. Toplam 93 adet depremin meydana geldiği bölgede depremler daha çok KUB bölgesindeki Kargapazarı segmenti (KPS), Elmalı segmenti (ELS) ve VFZ civarında kümelenmiştir. Aletsel dönem deprem katalogu (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem

Araştırma Enstitüsü, 2023) incelendiğinde, bölgede 1900-2023 yılları arasında aletsel büyüklüğü $M \geq 3.0$ olan ~3900 deprem meydana gelmişken, $M \leq 2.9$ olan ~11.300 deprem meydana gelmiştir (Şekil 5).

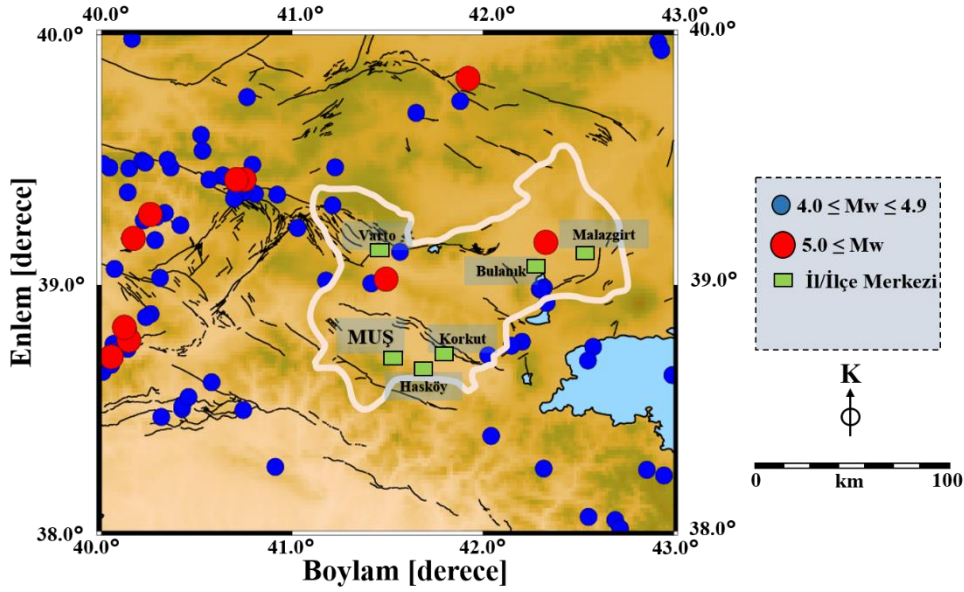
Muş havzası taban kısmında Bitlis Masifini üzerleyen çoğunlukla kırmızımsı alacalı çakıltaşı, çamurtaşı, mikritik kireçtaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı ve şeyl araldanmasından oluşan Kızılağaç Formasyonu (Göncüoğlu & Turhan, 1985) bulunmaktadır. Üst Lütésiye yaşlı birimin alt kısımları karasal, üst kısımları ise denizel ortamdaki çökelimleri temsil etmektedir (Yılmaz & Yılmaz, 2019). Kızılağaç formasyonu, açılmal bir uyumsuzlukla Ahlat formasyonu (Demirtaşlı & Pisoni, 1965) tarafından üzerlenir. Birimin alt kısımlarında kırmızı kumtaşı-çakıltaşı-miltaşı tabakaları bulunurken, üst taraf sarımsı yeşil litolojilerle kırmızı litolojilerin araldanmasıyla oluşur. Ahlat formasyonu Alt-Orta Oligosen yaşlıdır (Uysal, 1986). Birim önce karasal daha sonraları ise denizel ortamda çökelmiştir (Akay vd., 1989). Ahlat formasyonu yukarı doğru, sarımsı yeşil, çakıltaşı mercekli miltaşı-kumtaşından oluşmuş Norkavak formasyonuna (Elnaif, 1969) geçer. Oligosen yaşlı Ahlat formasyonunu üzerleyen ve üst kısımlarında erken Oligosenin en üstünü veren fosil kapsamından dolayı (Akay vd., 1989) birim Alt Oligosen olarak yaşlandırılır.

Birim siğ denizel ortamda çökelmiştir (Akay vd., 1989). Norkavak formasyonu uyumlu bir şekilde Gerisor formasyonuna (Sakinç, 1982) geçmektedir. Kaya ve fosil içeriği siğ denizel bir ortamda çökelim olduğuna işaret etmektedir. Gerisor formasyonu Ebülbahar formasyonu (Özyeğin, 1968) tarafından altlanmıştır. Birim, temelde kumtaşı-kiltası araldanmasıyla oluşur ve üste doğru kumtaşı-kireçtaşı-miltaşı araldanmasına geçiş yapar. Ebülbahar formasyonu tabandaki fosil içeriğine göre Üst Oligosen yaşlıdır (Akay vd., 1989). Sakinç (1982) bu formasyonun alt seviyesi için Orta Oligosen, üst seviyesi için ise Geç Oligosen yaşlarını kullanmıştır.



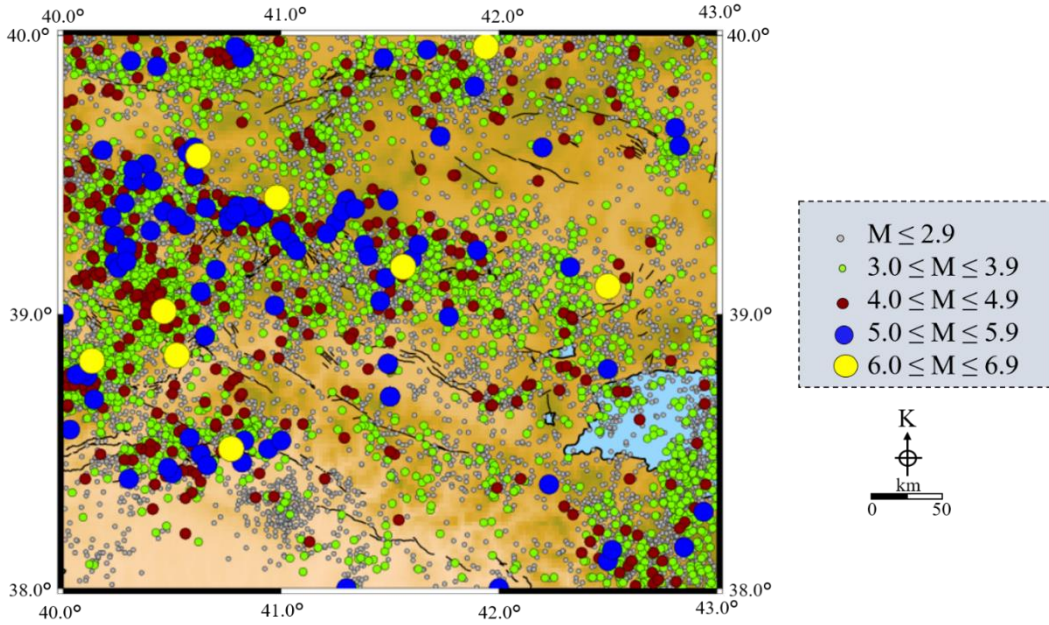
Şekil 3. Muş ili ve civarındaki ana tektonik yapılar (Emre vd., 2018'den değiştirilerek alınmıştır). Kısaltmalar: KPS: Kargapazarı Segmenti, ELS: Elmalı Segmenti, YS: Yedisu Segmenti, ERS: Erzincan Segmenti, KOS: Karlıova Segmenti, ILS: Ilica Segmenti, PAS: Palu Segmenti, NAF: Nazimiye Fayı, TEF: Tercan Fayı, PAF: Palandöken Fayı, TUF: Tutak Fayı, KAF: Kazbel Fayı, AKF: Akdağ Fayı, AGF: Akdoğan Gölü Fayı, VFZ: Varto Fay Zonu, BUF: Bulanık Fayı, HGF: Haçlıgölü Fayı, MF: Malazgirt Fayı, NEF: Nemrut Fayı, NGF: Nazik Gölü Fayı, MFZ: Muş Fay Zonu, KFZ: Kavakbaşı Fay Zonu, YEF: Yenisu Fayı, YAF: Yayla Fayı.

Figure 3. Main tectonic structures in the province of Muş and its vicinity (Modified from Emre et al., 2018). Abbreviations: KPS: Kargapazarı Segment, ELS: Elmalı Segment, YS: Yedisu Segment, ERS: Erzincan Segment, KOS: Karlıova Segment, ILS: Ilica Segment, PAS: Palu Segment, NAF: Nazimiye Fault, TEF: Tercan Fault, PAF: Palandöken Fault, TUF: Tutak Fault, KAF: Kazbel Fault, AKF: Akdağ Fault, AGF: Akdoğan Gölü Fault, VFZ: Varto Fault Zone, BUF: Bulanık Fault, HGF: Haçlıgölü Fault, MF: Malazgirt Fault, NEF: Nemrut Fault, NGF: Nazik Gölü Fault, MFZ: Muş Fault Zone, KFZ: Kavakbaşı Fault Zone, YEF: Yenisu Fault, YAF: Yayla Fault.



Şekil 4. Muş ili ve civarında (38.0°-40.0°K Enlem ve 40.0°-43.0°D Boylam) 01.01.2010-25.02.2023 tarihleri arasında $M_w \geq 4.0$ olan depremlerin episentr lokasyonları (Detaylar için Tablo 1'e bakınız).

Figure 4. Epicenter locations of earthquakes with $M_w \geq 4.0$ in and around the Muş province (latitude 38.0°-40.0°N and longitude 40.0°-43.0°E) between January 1, 2010, and February 25, 2023 (Refer to Table 1 for details).

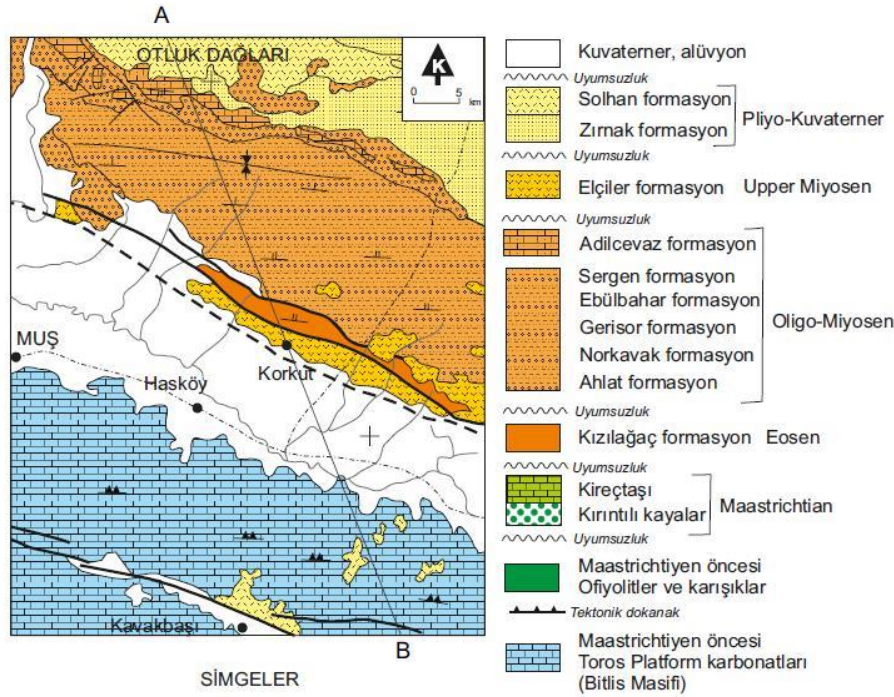


Şekil 5. Muş ili ve civarında (38.0°-40.0°K Enlem ve 40.0°-43.0°D Boylam) 01.01.1900-08.04.2023 tarihleri arasında meydana gelmiş depremlerin episentr lokasyonları (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2023).

Figure 5. Epicenter locations of earthquakes that occurred in and around the province of Muş (latitude 38.0°-40.0°N and longitude 40.0°-43.0°E) between January 1, 1900, and April 8, 2023 (Kandilli Observatory And Earthquake Research Institute, 2023).

Akay vd., (1989) Ebülbahar formasyonunun dalga tabanı altında, derin bir ortamda çökeldiğini belirtmiştir. Ebülbahar formasyonu ile geçişli bir şekilde bulunan Sergen formasyonu (Şaroğlu & Güner, 1981) kilaşı ara katkıları kapsayan riyolitik lav ve tüfitten meydana gelmiştir. Akay vd. (1989)'ne göre Üst Oligosen yaşlı birim de üste doğru, resifal kireçtaşı mercikleri içeren kumtaşı-miltaşı-kireçtaşı ardalanması ile oluşan Adilceviz formasyonu tarafından uyumlu altlanır. Formasyonun tabanı fosil içeriğine göre Geç Oligosen (Akay vd., 1989) veya Akitaniyen (Sakinç, 1982) yaşlıdır. Birimin üst kısmı fosil içeriğine göre Erken Miyosen (Akay vd., 1989) veya Akitaniyen (Sakinç, 1982) yaşlıdır. Bu bulgulardan yola çıkarak Yılmaz & Yılmaz (2019) birimi Alt Miyosen olarak yaşlandırmışlardır.

Adilceviz formasyonu, uyumsuz olarak, açık renkli andezitik lav ve tüfitten meydana gelen Elçiler formasyonu (Akay vd., 1989) tarafından altlanır. Bu birim ise Tekman-Karayazı havzasında bulunan (Yılmaz & Yılmaz, 2019) Pliyosen yaşlı piroklastik ve kömür arakatlı kırıntılılar ve kireçtaşlarından meydana gelen Zırnak formasyonu (İlker, 1967) ile örtülür. Bu veriler ışığında Elçiler formasyonu Orta-Üst Miyosen olarak yaşlandırılmıştır (Yılmaz & Yılmaz, 2019). Elçiler formasyonunu uyumlu şekilde örten Zırnak formasyonu yanal olarak, bazı tortul arakatlıları içeren, bazalt, andezit ve piroklastiklerden oluşmuş Solhan formasyonuna (Yılmaz vd., 1987) geçer (Yılmaz & Yılmaz, 2019). Kuvaterner yaşlı en genç alüvyonal kırıntılı kayalar daha yaşlı birimleri açılal uyumsuzlukla örter (Şekil 6).



Şekil 6. Muş havzasının genelleştirilmiş jeoloji haritası (Yılmaz & Yılmaz, 2019).
Figure 6. Generalized geological map of the Muş Basin (Yılmaz & Yılmaz, 2019).

3. Coulomb Gerilme Değişimleri

Büyük depremler statik veya dinamik stres taşınımı ile kısa mesafelerde farklı depremleri tetikleyebilir (Caskey & Wesnousky, 1997; Nostro vd., 1997; Harris & Simpson, 1998; Gomberg vd., 2001). Bir depremin bir diğerini tetiklemesi için o bölgede minimum 0.5 bar'lık gerilme artışı gerekmektedir (King vd., 1994). Bu yöntemde, deprem üretmiş bir fayın düzlemsel parametreleri ve deprem parametreleri kullanılır ve alıcı fay üzerinde yarattığı gerilme değişimleri hesaplanır. Doğrultu, eğim veya oblik atımlı farklı faylar alıcı fay olarak değerlendirilip hesaplamalar yapılabilirken (Reasenber & Simpson, 1992; King vd., 1994; Stein & Lin, 2006), karmaşık bir tektonik yapıya sahip ve bir çok fay ve fay sistemlerinin olduğu bölgelerde, alıcı fay durumundaki fayların düzlemsel parametrelerinin tam olarak belirlenememesinden dolayı alıcı fay ya da faylar optimal konumlanmış modeller kullanılarak ta belirlenebilir (Toda vd., 1998; Mallman & Zoback, 2007). Bir kaynak fayın veya daykın yer değiştirmesi statik gerilme değişikliklerine neden olur ve elastik yarı uzaydaki yer değiştirme, gerilme değişikliklerini türetmek için elastik sertlik ile çarpılarak 3B gerinim alanını bulmak için kullanılır. Belirtilen alıcı fayları (bir ana şoktan kaynaklanan fay stresi), kaynak fayları tarafından verilen gerilmelerin çözüldüğü belirli bir doğrultu, eğim ve eğime sahip düzlemlerdir. Alıcı fayın eğimi dahil konumuna, geometrisine ve kaymasına bağlı olan kayma gerilmesi değişimi ile alıcı fay eğiminden bağımsız normal gerilme değişiminin gerilme değişimlerini gözlemlendiği kabul edilir (Toda vd., 2011). Coulomb gerilme değişimi depremin geometrisine ve kaymasına, fayın geometrisine ve kayma hissine ve etkin sürtünme katsayısına bağlıdır (Stein vd., 1994). Bir deprem sırasında faylarda kayma meydana geldiğinde, çevredeki ortam deforme olur ve gerilme alanı değişir (Ansari, 2016). Bu değişikliğin bir ölçüsü, Coulomb arıza kriteri ($\Delta\sigma_{cf}$) kullanılarak hesaplanır. $\Delta\sigma_{cf}$ şu şekilde ifade edilebilir:

$$\Delta\sigma_{cf} = \Delta\tau_s + \mu' \Delta\sigma_n' \quad (1)$$

Burada $\Delta\sigma_{cf}$, kaynak faydaki kaymanın neden olduğu alıcı arızası üzerindeki yenilme stresindeki değişikliklerdir, $\Delta\tau_s$ kayma gerilmesindeki değişikliklerdir (fay kayma yönünde pozitif), $\Delta\sigma_n'$ normal gerilimdeki değişimdir (uzamada pozitif) ve μ' fay üzerindeki etkin sürtünme katsayısıdır (Toda vd., 2011). Etkif sürtünme katsayısı boyutsuzdur ve 0 ile 1 arasında değişir. Bu çalışmada, düzgün izotropik elastik özelliklere sahip bir elastik yarı uzayda 0.4 olarak kabul edilir. Kaynak fay geometrisi için boyutsuz Poisson oranı 0.25, Young modülü ise 8×10^5 bar olarak seçilmiştir. Genel olarak -0.1 ile 0.1 (bar) arasındaki Coulomb stres değişiklikleri gelecekteki depremleri tahmin etmek için yeterlidir (Yadav vd., 2012). Coulomb kırılma kriterinin pozitif değerleri stresin arttığını, negatif değerleri ise stresin azaldığını göstermektedir (Bayrak vd., 2013). Bölgedeki gerilme değişimini hesaplamak için Coulomb 3.4 yazılımı kullanılmıştır (Toda vd., 2011). Tablo 1'de Muş ve çevresi meydana gelen depremlerin listesi verilmiştir.

2007 yılından sonra, bölgede meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri genellikle doğrultu atımlı fay mekanizmasına sahiptir. Bu depremler genellikle Muş ilinin batısı ve kuzey batısında KUB civarında kümelenmiştir (Şekil 7). Bu depremlerin birbirileri ile olan ilişkisini, birbirlerini tetiklemelerini, kümelenmelerini ve normal/kesme gerilme değişimlerini araştırmak için total gerilme değişimlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bunun için önceden oluşmuş depremlerin odak mekanizması çözümleri gereklidir (Tablo 2). Coulomb gerilme değişimi haritaları depremlerin birbiri ile olan etkileşimleri, gelecek depremlerin yorumlanması ve sismik tehlike değerlendirmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Coulomb gerilme kriterinde, bir faydaki yenilme gerilmenin belli bir değeri aştığında meydana gelir ve ardından bir deprem meydana gelir (King vd., 1994; Toda vd., 2011). Diğer taraftan, Coulomb gerilme değişimini hesaplamak için farklı elastik parametrelere de ihtiyaç vardır.

Bu parametreler Young modülü (E) ve Poisson oranıdır (m). Doğrultu atımlı mekanizmaların bulunduğu kıtasal kabuksal depremler için $E = 8 \times 10^5$ ve $m = 0.25$ olarak kullanılır (King vd., 1994). Coulomb gerilme değişiminin pozitif değerleri bir deprem anındaki yırtılma olasılığının artacağını temsil ederken, negatif değerler gerilmenin azalacağına temsil etmektedir (Alkan & Bayrak, 2022). Buna ek olarak, gelecek deprem kestirimi için gerilme değişim aralığı bar cinsinden -0.1 bar ve +0.1 bar arasında seçilmesi yeterli bir kriterdir (Yadav vd., 2012).

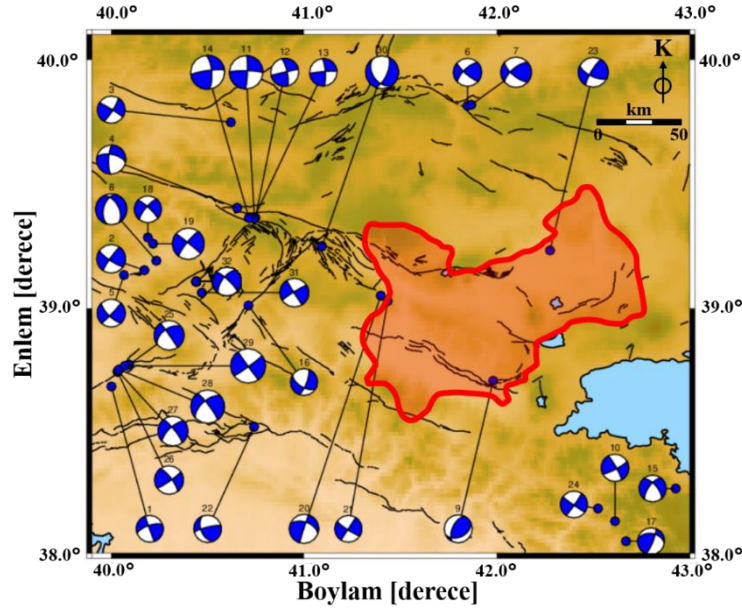
Coulomb gerilme değişimleri, büyük depremler ve bu depremlerle ilişkili faylar ve uzun zaman periyotları için artçı şoklar arasındaki değişimin incelenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Dolayısıyla Muş ili ve civarı için de aletsel büyüklüğü $M_w \geq 4.5$ 'ten büyük 32 adet depremin (Tablo 2) odak mekanizması çözümlerinden faydalanarak, bölgenin Coulomb gerilme değişimi modellenmiştir ve gelecek deprem tehlikesi için yorumlanmıştır.

Tablo 1. Muş ili ve civarında (38.0°-40.0°K Enlem ve 40.0°-43.0°D Boylam) 01.01.2010-25.02.2023 tarihleri arasında $M_w \geq 4.0$ olan depremlerin katalog bilgileri (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023).

Table 1. Catalog information of earthquakes with $M_w \geq 4.0$ in and around the province of Muş (latitude 38.0°-40.0°N and longitude 40.0°-43.0°E) between January 1, 2010, and February 25, 2023 (Disaster and Management Authority, 2023).

No	Tarih (UTC+3)	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Büyükük (M_w)	Derinlik (km)	Lokasyon
1	2023-02-25 03:28:10	38.991	41.109	4.2	10.0	Doğu Türkiye
2	2023-02-22 10:09:44	38.465	40.313	4.4	13.7	Hani, Türkiye
3	2023-02-20 04:07:38	38.648	40.005	4.4	11.4	Palu, Türkiye
4	2023-02-17 03:35:58	39.187	40.148	4.6	10.0	Yayladere, Türkiye
5	2023-02-09 04:38:13	38.498	40.422	4.4	8.8	Doğu Türkiye
6	2023-02-09 02:40:01	38.512	40.424	4.2	13.0	Hani, Türkiye
7	2023-02-08 20:57:22	39.753	40.763	4.4	10.0	Aşkale, Türkiye
8	2023-02-06 05:52:14	38.546	40.456	4.2	12.8	Doğu Türkiye
9	2023-02-06 04:47:43	38.606	40.577	4.6	11.3	Genç, Türkiye
10	2022-11-17 02:57:20	38.749	42.578	4.2	10.0	Ahlat, Türkiye
11	2022-11-10 07:57:33	38.694	42.551	4.2	10.0	Doğu Türkiye
12	2022-10-01 08:41:14	39.602	40.521	4.3	3.1	Yedisu, Türkiye
13	2022-09-30 00:49:03	39.539	40.529	4.3	10.0	Yedisu, Türkiye
14	2022-09-16 23:30:36	39.367	40.704	4.8	10.9	Yedisu, Türkiye
15	2022-08-02 03:37:18	39.472	41.225	4.2	2.3	Karlıova, Türkiye
16	2022-05-27 15:49:33	39.483	40.791	4.1	14.6	Yedisu, Türkiye
17	2022-01-31 09:07:00	39.064	40.068	4.6	10.0	Karakoçan, Türkiye
18	2022-01-31 03:49:57	39.193	40.159	4.7	10.0	Yayladere, Türkiye
19	2021-11-22 11:31:25	39.737	41.881	4.7	10.0	Karavazı, Türkiye
20	2021-11-19 15:40:53	39.827	41.922	5.1	6.2	Karavazı, Türkiye
21	2021-07-28 15:27:14	39.289	40.332	4.1	10.0	Yedisu, Türkiye
22	2021-06-25 21:28:37	39.187	40.167	5.4	3.1	Doğu Türkiye
23	2021-05-26 00:37:54	39.985	40.159	4.3	10.0	Otlukbeli, Türkiye
24	2021-02-17 13:02:32	39.471	40.362	4.3	10.0	Yedisu, Türkiye
25	2020-11-08 12:22:56	39.366	40.805	4.0	10.0	Karlıova, Türkiye
26	2020-10-28 12:16:15	39.827	39.827	4.5	10.0	Tercan, Türkiye
27	2020-09-18 03:15:13	38.770	42.205	4.0	10.0	Ahlat, Türkiye
28	2020-09-16 17:48:21	38.715	42.028	4.6	10.0	Güroymak, Türkiye
29	2020-09-07 11:47:49	38.591	38.591	4.2	10.0	Güroymak, Türkiye
30	2020-06-16 15:57:42	39.434	40.649	4.4	10.0	Yedisu, Türkiye
31	2020-06-15 19:52:37	39.440	40.635	4.5	5.7	Yedisu, Türkiye
32	2020-06-15 10:14:36	39.368	40.718	4.2	10.0	Yedisu, Türkiye
33	2020-06-15 09:51:31	39.423	40.748	5.5	10.0	Yedisu, Türkiye
34	2020-06-15 01:40:36	39.406	40.770	4.5	10.0	Yedisu, Türkiye
35	2020-06-14 18:09:18	39.372	40.745	4.5	10.0	Yedisu, Türkiye
36	2020-06-14 17:34:50	39.417	40.751	4.5	10.0	Yedisu, Türkiye
37	2020-06-14 17:24:29	39.423	40.707	5.9	10.0	Yedisu, Türkiye
38	2020-05-22 06:21:13	39.471	40.041	4.1	10.0	Pülümür, Türkiye
39	2020-04-12 09:38:06	39.363	40.921	4.2	10.0	Karlıova, Türkiye
40	2019-12-23 02:58:05	39.468	40.144	4.3	10.0	Doğu Türkiye

41	2019-09-02 18:46:36	39.372	40.137	4.3	10.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
42	2019-08-12 16:34:28	38.262	40.911	4.1	10.0	<u>Hazro, Türkiye</u>
43	2019-01-01 05:09:36	39.423	40.564	4.2	10.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
44	2018-05-24 01:10:44	38.255	42.319	4.0	10.0	<u>Hizan, Türkiye</u>
45	2018-03-07 03:33:54	39.028	40.306	4.3	10.0	<u>Bingöl, Türkiye</u>
46	2017-05-01 19:30:42	38.227	42.950	4.5	10.0	<u>Gevaş, Türkiye</u>
47	2017-02-10 15:27:32	39.773	39.773	4.5	10.0	<u>Eleşkirt, Türkiye</u>
48	2016-10-23 11:22:03	38.388	42.043	4.2	10.0	<u>Bitlis, Türkiye</u>
49	2016-06-21 09:25:22	39.390	40.730	4.1	6.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
50	2016-06-10 21:57:00	39.070	40.856	4.3	10.0	<u>Solhan, Türkiye</u>
51	2016-01-23 09:53:44	38.045	42.694	4.3	10.9	<u>Beğendik, Türkiye</u>
52	2015-12-08 01:27:19	39.200	40.289	4.5	10.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
53	2015-12-04 17:37:40	39.260	40.220	4.4	5.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
54	2015-12-03 02:36:28	39.273	40.286	4.3	10.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
55	2015-12-03 01:27:09	39.283	40.255	5.4	10.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
56	2015-09-07 03:37:37	39.180	40.280	4.5	5.0	<u>Yayladere, Türkiye</u>
57	2015-02-10 00:52:53	39.502	40.345	4.2	10.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
58	2015-02-04 04:48:04	38.010	42.720	4.0	6.0	<u>Beğendik, Türkiye</u>
59	2015-01-21 15:58:03	38.250	42.860	4.5	4.0	<u>Bahçeşaray, Türkiye</u>
60	2014-10-30 16:35:43	38.754	42.150	4.3	5.0	<u>Güroymak, Türkiye</u>
61	2013-10-05 01:50:29	39.970	42.920	4.2	10.0	<u>Kağızman, Türkiye</u>
62	2013-09-18 21:22:40	39.690	41.650	4.4	5.0	<u>Tekman, Türkiye</u>
63	2013-09-17 23:40:51	39.023	41.492	5.0	5.3	<u>Varto, Türkiye</u>
64	2013-09-16 13:31:39	39.006	41.414	4.1	6.5	<u>Varto, Türkiye</u>
65	2013-05-15 10:09:58	39.017	41.177	4.0	5.0	<u>Solhan, Türkiye</u>
66	2012-09-23 12:10:41	38.635	42.994	4.1	5.0	<u>Adilcevaz, Türkiye</u>
67	2012-06-14 22:17:43	38.058	42.554	4.2	2.5	<u>Güleçler, Türkiye</u>
68	2012-04-28 06:17:04	38.493	40.743	4.7	5.0	<u>Lice, Türkiye</u>
69	2012-04-04 17:18:38	39.229	41.028	4.4	10.0	<u>Karlıova, Türkiye</u>
70	2012-03-26 13:35:32	39.171	42.330	5.5	5.0	<u>Bulanık, Türkiye</u>
71	2012-03-25 17:50:29	39.940	42.936	4.0	3.4	<u>Ağrı, Türkiye</u>
72	2011-11-17 04:37:18	39.133	41.565	4.9	3.9	<u>Varto, Türkiye</u>
73	2011-10-23 14:10:47	38.325	42.607	5.0	10.0	<u>Hizan, Türkiye</u>
74	2011-10-08 06:25:19	39.347	40.694	4.0	5.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
75	2011-08-24 18:47:25	39.486	40.005	4.4	5.0	<u>Pülümür, Türkiye</u>
76	2011-03-06 09:58:40	39.240	40.413	4.3	10.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
77	2011-02-22 20:15:52	38.927	42.335	4.5	4.8	<u>Bulanık, Türkiye</u>
78	2011-02-22 11:16:06	38.989	42.320	4.3	5.0	<u>Bulanık, Türkiye</u>
79	2011-02-22 11:11:44	38.983	42.297	4.6	5.0	<u>Bulanık, Türkiye</u>
80	2011-02-22 11:08:14	38.983	42.305	4.4	5.0	<u>Bulanık, Türkiye</u>
81	2010-11-07 07:51:29	39.499	40.212	4.1	5.0	<u>Pülümür, Türkiye</u>
82	2010-09-07 05:48:54	39.491	40.229	4.1	5.0	<u>Yedisu, Türkiye</u>
83	2010-05-22 05:30:33	39.320	41.211	4.1	3.8	<u>Karlıova, Türkiye</u>
84	2010-03-24 16:11:31	38.821	40.138	5.1	4.5	<u>Karakoçan, Türkiye</u>
85	2010-03-09 09:21:23	38.882	40.257	4.0	5.0	<u>Bingöl, Türkiye</u>
86	2010-03-09 08:14:57	38.741	40.136	4.1	5.0	<u>Palu, Türkiye</u>
87	2010-03-08 17:04:54	38.677	40.050	4.9	10.0	<u>Palu, Türkiye</u>
88	2010-03-08 13:12:10	38.776	40.143	5.1	5.0	<u>Palu, Türkiye</u>
89	2010-03-08 12:14:23	38.828	40.119	5.2	5.0	<u>Karakoçan, Türkiye</u>
90	2010-03-08 11:00:46	38.761	40.062	4.9	5.0	<u>Palu, Türkiye</u>
91	2010-03-08 10:11:21	38.736	40.076	4.6	5.1	<u>Palu, Türkiye</u>
92	2010-03-08 09:47:41	38.709	40.051	5.6	10.0	<u>Palu, Türkiye</u>
93	2010-03-08 05:20:24	38.870	40.232	4.4	5.0	<u>Karakoçan, Türkiye</u>



Şekil 7. Muş ili ve civarında (38.0°-40.0°K Enlem ve 40.0°-43.0°D Boylam) 2007-2023 yılları arasında meydana gelmiş ($M_w \geq 4.5$) depremlerin odak mekanizması çözümleri gösterilmiştir (Detaylı bilgi için Tablo 2'ye bakınız). Depremlerin odak mekanizması çözümleri Coulomb stress değişimi haritalarının oluşturulması için kullanılmıştır. Odak parametresi çözümleri AFAD web sitesinden alınmıştır (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023).

Figure 7. Focal mechanism solutions of earthquakes ($M_w \geq 4.5$) that occurred in and around the province of Muş (latitude 38.0°-40.0°N and longitude 40.0°-43.0°E) between 2007 and 2023 are shown (Refer to Table 2 for detailed information). The focal mechanism solutions of the earthquakes were utilized in the construction of Coulomb stress change maps. (Disaster and Management Authority, 2023).

Tablo 2. Muş ili ve civarında (38.0°-40.0°K Enlem ve 40.0°-43.0°D Boylam) 2007-2023 tarihleri arasında $M_w \geq 4.5$ olan depremlerin katalog bilgileri (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023).

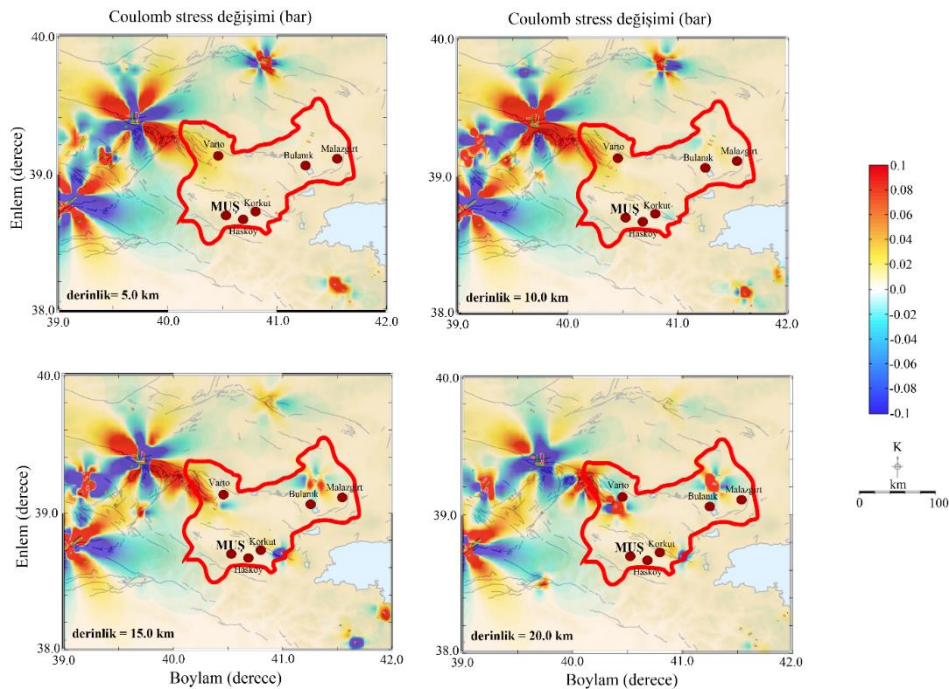
Table 2. Catalog information of earthquakes with $M_w \geq 4.5$ in and around the province of Muş (latitude 38.0°-40.0°N and longitude 40.0°-43.0°E) between 2007 and 2023 (Disaster and Management Authority, 2023).

No	Tarih (UTC+3)	Enlem (°K)	Boylam (°D)	Büyükklük (M_w)	Derinlik (km)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Dalım (°)
1	20-02-2023 03:45:37	38.682	40.001	4.5	7.01	251	69	2
2	17-02-2023 00:35:56	39.154	40.172	4.8	11.58	215	84	11
3	08-02-2023 17:57:20	39.750	40.620	4.6	7.0	32	81	3
4	16-09-2022 20:30:35	39.406	40.653	4.9	15.0	281	61	-163
5	31-01-2022 00:49:55	39.134	40.066	4.7	10.28	135	71	-175
6	22-11-2021 08:31:25	39.816	41.848	4.7	6.9	131	78	158
7	19-11-2021 12:40:52	39.820	41.868	5.1	5.18	130	69	155
8	25-06-2021 18:28:37	39.192	40.234	5.2	15.51	195	49	-58
9	16-09-2020 14:48:19	38.705	41.981	4.7	17.08	64	40	121
10	07-08-2020 19:20:13	38.131	42.613	4.6	6.99	331	83	171
11	15-06-2020 06:51:29	39.367	40.743	5.6	7.01	271	82	174
12	14-06-2020 15:09:16	39.366	40.748	4.7	9.28	257	89	166
13	14-06-2020 14:34:47	39.362	40.739	4.6	7.32	356	78	4
14	14-06-2020 14:24:27	39.365	40.714	5.7	8.0	355	70	9
15	01-05-2017 16:30:40	38.265	42.928	4.5	12.44	319	64	-153
16	10-06-2016 18:57:01	39.011	40.712	4.5	12.81	21	74	-33
17	23-01-2016 07:53:44	38.049	42.670	4.5	15.21	279	42	163

18	07-12-2015 23:27:17	39.286	40.190	4.5	9.75	209	49	-13
19	02-12-2015 23:27:07	39.261	40.217	5.3	10.66	221	72	-19
20	17-09-2013 20:40:50	39.051	41.398	4.9	19.01	289	51	-178
21	16-09-2013 10:31:39	39.029	41.434	4.5	19.46	33	90	-7
22	28-04-2012 03:17:05	38.517	40.741	4.6	22.47	256	80	41
23	26-03-2012 10:35:33	39.234	42.276	5.0	16.96	116	67	168
24	30-04-2011 15:26:03	38.183	42.525	4.5	5.0	125	86	-176
25	24-03-2010 14:11:30	38.771	40.093	5.0	22.57	234	53	-2
26	08-03-2010 15:04:51	38.741	40.033	4.8	15.67	55	83	15
27	08-03-2010 11:12:10	38.745	40.034	5.0	11.75	227	68	-11
28	08-03-2010 07:47:38	38.751	40.041	5.6	15.15	323	82	-150
29	08-03-2010 02:32:30	38.766	40.071	5.8	5.01	54	86	-1
30	25-08-2007 22:05:48	39.251	41.093	5.5	23.88	145	42	-140
31	10-03-2007 01:24:54	39.063	40.470	4.8	5.0	238	85	2
32	08-03-2007 12:35:39	39.108	40.441	4.8	26.4	313	79	-152

Şekil 8, farklı derinlik değerleri (5.0, 10.0, 15.0, 20.0 km) için Coulomb gerilme değişimi sonuçlarını göstermektedir. Coulomb gerilme değişimi sonucu elde edilen pozitif değerler yüksek gerilme bölgelerini ve negatif değerler düşük gerilme bölgelerini temsil etmektedir. Derinlik aralıkları seçilirken, bölgedeki meydana gelmiş önceki depremlerin hiposantr derinlikleri dikkate alınmıştır. Tüm derinlik haritaları incelendiğinde, ilk olarak göze çarpan Muş ilinin kuzey batısında pozitif ve negatif gerilme değişimlerinin olmasıdır. Nispeten, Muş'ın sınırlarında gerilme değişimleri daha durağandır.

Bölgenin kuzey doğusunda sağ yönlü doğrultu atımlı fay mekanizmasına sahip VFZ, KAFZ'nun KPS ve ELS segmentleri ve DAFZ'ye ait KOS ve ILS segmentleri bulunmaktadır. Özellikle KUB civarında 5-15 km derinlik aralığında 4 adet pozitif ve 4 adet negatif gerilme lobu gözlenebilmektedir. Pozitif gerilme loblarının doğrultuları KB-GD ve KD-GB iken, negatif gerilme loblarının doğrultuları yaklaşık olarak K-G ve D-B'dir. Özellikle KUB civarında sığ derinliklerde (~10 km) gerilme değerlerinin oldukça yüksek olduğu (~0.1 bar) gözlenebilir.



Şekil 8. Tablo 2'deki depremlerin odak mekanizması çözümleri kullanılarak Muş ili ve civarı için farklı derinlik değerleri için Coulomb gerilme değişimi haritaları. (a) 5 km, (b) 10 km, (c) 15 km ve (d) 20 km.

Şekil 8. Coulomb stress change maps for different depth values for Muş province and its surroundings, using the focal mechanism solutions of the earthquakes in Table 2. (a) 5 km, (b) 10 km, (c) 15 km, and (d) 20 km.

Bu durumda, KPS, ELS ve VFZ boyunca özellikle sığ derinliklerde sismik aktivite beklemek oldukça mantıklıdır. Aynı zamanda, DAFZ'nin KOS ve ILS segmentleri civarında her derinlik seviyesinde KD-GB ve KB-GD yönlü pozitif gerilmelerin olduğu gözlemlenir. Yine bu durum, diğer bölgelere göre bu bölgenin depremselliğinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bunlara ek olarak, aletsel dönem deprem aktivitesini gösteren Şekil 5 incelendiğinde, depremlerin genellikle KUB ve VFZ doğrultularında meydana geldiği görülmektedir. Diğer taraftan, Bulanık ve Malazgirt ilçelerinin bulunduğu bölgedeki MF, BUF ve HGF civarında özellikle 15-20 km derinlik seviyelerinde pozitif gerilme değerleri bulunmaktadır. Ayrıca MFZ civarının göreceli olarak daha stabil bir yapıda olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, Coulomb gerilme değişimi analizlerine bağlı olarak yapılan modelleme sonucuna göre, Muş ilinin özellikle kuzey batısı civarında bulunan kompleks haldeki ana tektonik yapılardan kaynaklanan ve kaynaklanacak olan depremler Muş ili ve civarı için önemli ölçüde tehlikeye sebep olacaktır.

4. Sonuçlar

Türkiye'nin doğusunda bulunan Muş ili ve civarı, önemli aktif fayların kesişim güzergahındadır ve hem tarihsel hem de aletsel dönemde birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Özellikle, Muş havzasının kuzey batısında bulunan KAFZ, KUB ve VFZ ve güney-güney batısında bulunan Güney Anadolu Fay Zonu boyunca yüksek depremsellik göze çarpmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Muş ili ve civarının Coulomb gerilme değişimi haritaları oluşturulmuştur. Coulomb gerilme değişimi, deprem etkileşimleri ve sismik tehlike değerlendirmesi açısından oldukça önemli bir parametredir. Statik gerilme değişimlerinin hesaplanabilmesi için, bölgede 2010-2023 yılları arasında meydana gelmiş büyüklüğü $M_w \geq 4.5$ olan 32 adet depremin odak mekanizması parametreleri kullanılmıştır. Farklı derinlik seviyeleri (5.0, 10.0, 15.0, 20.0 km) için oluşturulan Coulomb gerilme değişimi haritalarına göre KAFZ ve VFZ boyunca pozitif gerilme ($\sim +1$ bar) değişimleri gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, bu fay zonları boyunca gelecekte deprem meydana gelme potansiyeli bölgedeki diğer fay ve fay zonlarına göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Bunun aksine, Muş'un doğu ilçeleri olan Malazgirt, Korkut ve Bulanık civarında meydana gelen depremlerle de ilişkili olarak negatif (~ -1 bar) yada stabil gerilme değerleri hesaplanmıştır ve bu bölgelerin deprem üretme ihtimallerinin daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Çıkar Çatışması / Conflict of interest : Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar Katkısı/Author Contribution :

Bu çalışmada yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır. *In this study, the authors contributed equally to the article.*

Kaynakça

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023). *Odak Mekanizmaları Çözümü*. T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://deprem.afad.gov.tr/event-focal-mechanism>

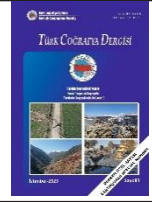
Akay, E., Erkan, E., & Ünay, E. (1989). Stratigraphy of the Muş Tertiary Basin. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 109, 51. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bulletinofmre/issue/392>

[8/461435#article_cite](https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2022.104532)

- Alkan, H. (2022). Crustal structure in and around the East Anatolian volcanic belt by using receiver functions stacking. *Journal of African Earth Sciences*, 191, 104532. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2022.104532>
- Alkan, H., Büyüksaraç, A., Bektaş, Ö., & Işık, E. (2021). Coulomb stress change before and after 24.01. 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake (Mw=6.8) on the East Anatolian Fault Zone. *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (23), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-09080-1>
- Alkan, H., & Bayrak, E. (2022). Coulomb stress changes and magnitude-frequency distribution for Lake Van region. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 168 (168), 141–156. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.990666>
- Ansari, S. (2016). Co-seismic stress transfer and magnitude-frequency distribution due to the 2012 Varzaqan-Ahar earthquake doublets (Mw 6.5 and 6.4), NW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 132, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2016.10.006>
- Bayrak, Y., Yadav, R.B.S., Kalafat, D., Tsapanos, T.M., Çınar, H., Singh, A. P., Bayrak, E., Yılmaz, Ş., Öcal, F., & Koravos, G. (2013). Seismogenesis and earthquake triggering during the Van (Turkey) 2011 seismic sequence. *Tectonophysics*, 601, 163–176. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2013.05.008>
- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2023). *Kandilli Rasathanesi BDTİM Deprem Sorgulama Sistemi*. Boğaziçi Üniversitesi. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/>
- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Türkiye-a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14 (1–3), 3–30. <https://doi.org/10.1080/09853111.2001.11432432>
- Caskey, S.J., & Wesnousky, S.G. (1997). Static stress changes and earthquake triggering during the 1954 Fairview Peak and Dixie Valley earthquakes, central Nevada. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87 (3), 521–527. <https://doi.org/10.1785/BSSA0870030521>
- Demirtaşlı, E., & Pisoni, C. (1965). Ahlat-Adilcevaz bölgesinin jeolojisi (Van gölü kuzeyi). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 64 (64), 22–43. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bulletinofmre/issue/389/0/51943>
- Dhont, D., & Chorowicz, J. (2006). Review of the neotectonics of the Eastern Turkish–Armenian Plateau by geomorphic analysis of digital elevation model imagery. *International Journal of Earth Sciences*, 95, 34–49. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0020-3>
- Emre, O., Duman, T. Y., Ozalp, S., Saroglu, F., Olgun, S., Elmaci, H., & Can, T. (2018). Active fault database of Türkiye. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16, 3229–3275. <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0041-2>
- Elnaif, S. (1969). *Muş kuzey sahasının petrol etüdü raporu (1: 25 000 ölçekli Erzurum-J47d4 Muş-K47a. a; K47b3 b4; K47a3; K46a3 b3, b4; K47d2; K48a4 d1 paftaları)* (Rapor No.

- 4296). MTA. https://eticaret.mta.gov.tr/index.php?route=product/product&product_id=4296
- Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Weissbrod, T., Derin, B., Bender, F., Wellings, F.E., & Girdler, R.W. (1970). The shear along the Dead Sea rift. *Philosophical Transactions for the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 267, 107–130. <https://doi.org/10.1098/rsta.1970.0027>
- Gomberg, J., Reasenber, P. A., Bodin, P. L., & Harris, R. A. (2001). Earthquake triggering by seismic waves following the Landers and Hector Mine earthquakes. *Nature*, 411 (6836), 462–466. <https://doi.org/10.1038/35078053>
- Göncüoğlu, M.C., & Turhan, N. (1985). *Bitlis Metamorfik kuşağı orta bölümünün temel jeolojisi* (Rapor No. 7707). MTA. https://eticaret.mta.gov.tr/index.php?route=product/product&product_id=18225
- Harris, R.A., & Simpson, R.W. (1998). Suppression of large earthquakes by stress shadows: A comparison of Coulomb and rate-and-state failure. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 103 (B10), 24439–24451. <https://doi.org/10.1029/98JB00793>
- Işık, E., Bozkurt, N., & Taşkın, V. (2017). Muş ili yapı stoğunun Kanada sismik tarama yöntemi ile incelenmesi ve bölgenin depremselliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (2), 421–429. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.46538>
- Işık, E., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y.L., Aydın, M.C., & Harirchian, E. (2020). The effect of site-specific design spectrum on earthquake-building parameters: a case study from the Marmara region. *Applied Sciences*, 10 (20), 7247. <https://doi.org/10.3390/app10207247>
- Işık, E., Harirchian, E., Büyüksaraç, A. & Ekinci, Y.L. (2021a). Seismic and structural analyses of the Eastern Anotolian Region (Turkey) using different probabilities of exceedance. *Applied System Innovation*, 4 (4), 89. <https://doi.org/10.3390/asi4040089>
- Işık, E., Ekinci, Y.L., Sayıl, N., Büyüksaraç, A., & Aydın, M.C. (2021b). Time-dependent model for earthquake occurrence and effects of design spectra on structural performance: a case study from the North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 30 (2), 215–234. <https://doi.org/10.3906/yer-2004-20>
- İlker, S., (1967). *Erzurum-Muş bölgesinde Karaköse J-48 a4, d1 paftalarının 1/25.000 ölçekli detay petrol etüdü hakkında rapor* (Rapor No. 4177). MTA. https://eticaret.mta.gov.tr/index.php?route=product/product&product_id=4177
- Keskin, M. (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction–accretion complex: an alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Türkiye. *Geophysical Research Letters*, 30, 8046. <https://doi.org/10.1029/2003GL018019>
- King, G. C., Stein, R. S., & Lin, J. (1994). Static stress changes and the triggering of earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84 (3), 935–953. <https://doi.org/10.1785/BSSA0840030935>
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S., & Kuloshvili, S. (2001). Neotectonics of East Anatolian plateau (Turkey) and lesser Caucasus: implication for transition from thrusting to strike-slip faulting. *Geodinamica Acta*, 14, 177–195. [https://doi.org/10.1016/S0985-3111\(00\)01064-0](https://doi.org/10.1016/S0985-3111(00)01064-0)
- Mallman, E.P., & Zoback, M.D. (2007). Assessing elastic Coulomb stress transfer models using seismicity rates in southern California and southwestern Japan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112, B03304. <https://doi.org/10.1029/2005JB004076>
- Mcclusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., & Kastens, K. (2000). Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105, 5695–719. <https://doi.org/10.1029/1999JB900351>
- Nostro, C., Cocco, M., & Belardinelli, M.E. (1997). Static stress changes in extensional regimes: an application to southern Apennines (Italy). *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87 (1), 234–248. <https://doi.org/10.1785/BSSA0870010234>
- Özyeğin, G. (1968). *Muş Bölgesi I :25 000 ölçekli Erzurum J47-d3, Muş K42-a2 paftalarının detay petrol etüdü hakkında rapor* (Rapor No. 1743). MTA. https://eticaret.mta.gov.tr/index.php?route=product/product&product_id=4129
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Bozkurt, E., Dirik, K., Topal, T., Hüseyin, A., & Çağlan, D. (2011). 23 Ekim 2011 Tabanlı-Van depreminin sismik jeomorfolojisi ve Doğu Anadolu'daki aktif tektonik yapılarla olan ilişkisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 35 (2), 175–200. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jmd/issue/28179/295907>
- Quennell, A.M. (1958). The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 114 (1-4), 1–24. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.114.1.0001>
- Reasenber, P.A., & Simpson, R.W. (1992). Response of regional seismicity to the static stress change produced by the Loma Prieta earthquake. *Science*, 255 (5052), 1687–1690. <https://doi.org/10.1126/science.255.5052.1687>
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradisis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., & et al. (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111, B05411. <https://doi.org/10.1029/2005JB004051>
- Stein, R.S., King, G.C., & Lin, J. (1994). Stress triggering of the 1994 M=6.7 Northridge, California, earthquake by its predecessors. *Science*, 265 (5177), 1432–1435. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.265.5177.1432>
- Stein, R.S., & Lin, J. (2006). *Seismic constraints and Coulomb stress changes of a blind thrust fault system, 2: Northridge,*

- California (p. 17). U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/ofr20061158>
- Sakıncı, M. (1982). Mollababa—Uruman (Mus İli) yöresinin jeolojisi—biostratigrafisi ve paleontolojisi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 3, 235–275. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuyerbilim/issue/18576/196117>
- Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24 (2), 39–50. https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/d863b367aa379f7_ek.pdf
- Şengör, A.M.C., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Türkiye: a plate Tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181–241. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90275-4)
- Şengör, A.M.C., Görür, N.S., & Şaroğlu, F. (1985) Strike-slip faulting and related basin formation in zones of Tectonic escape: Turkey as a case study. In Biddle KT, Christie-Blick N (Eds.), *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation society of economic paleontologists and mineralogists special publication*. SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, 37, 227–264. <https://doi.org/10.2110/pec.85.37.0211>
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T., & Zor, E. (2003). East Anatolian high plateau as a mantle-supported, north-south shortened domal structure. *Geophysical Research Letters* 30, 4. <https://doi.org/10.1029/2003GL017858>
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., Imren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., & Rangin, C. (2005). The North Anatolian fault: A new look. *Annual Review of Earth and Planet Science*, 33, 37–112. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.32.101802.120415>
- Şengör, A.M.C., Özeren, M.S., Keskin, M., Sakıncı, M., Özbakır, A.D., & Kayan, I. (2008). Eastern Turkish high plateau as a small Turkic-type orogen: Implications for post-collisional crust-forming processes in Turkic-type orogens. *Earth-Science Reviews*, 90 (1-2), 1–48. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.05.002>
- Taymaz, T., Yılmaz, Y., & Dilek, Y. (2007). The geodynamics of the Aegean and Anatolia: introduction. *Geological Society, London, Special Publications*, 291 (1), 1–16. <https://doi.org/10.1144/SP291>
- Toda, S., Stein, R.S., Reasenber, P.A., Dieterich, J.H., & Yoshida, A. (1998). Stress transferred by the 1995 Mw=6.9 Kobe, Japan, shock: Effect on aftershocks and future earthquake probabilities. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 103, 24543–24565. <https://doi.org/10.1029/98JB00765>
- Toda, S., Stein, R.S., & Lin, J. (2011). Widespread seismicity excitation throughout central Japan following the 2011 M= 9.0 Tohoku earthquake and its interpretation by Coulomb stress transfer. *Geophysical Research Letters*, 38, L00G03. <https://doi.org/10.1029/2011GL047834>
- Uysal, Ş. (1986). Muş Tersiyer havzasının stratigrafisi ve Üst Lütesiyen'in varlığı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 105/106, 69–74. https://dergi.mta.gov.tr/dosyalar/images/mtadergi/makaleler/tr/20150626144708_500_2274ada3.pdf
- Walley, C.D. (1988). A braided strike-slip model for the northern continuation of the Dead Sea Fault and its implications for Levantine tectonics. *Tectonophysics*, 145 (1-2), 63–72. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(88\)90316-2](https://doi.org/10.1016/0040-1951(88)90316-2)
- Yadav, R.B.S., Gahalaut, V.K., Chopra, S., & Shan, B. (2012). Tectonic implications and seismicity triggering during the 2008 Baluchistan, Pakistan earthquake sequence. *Journal of Asian Earth Sciences*, 45, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.10.003>
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1987). Initiation of the neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics*, 134 (1-3), 177–199. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(87\)90256-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(87)90256-3)
- Yılmaz, H., & Yılmaz, A. (2019). Structural evolution of the Eastern Anatolian Basins: an example from collisional to postcollisional tectonic processes, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 28, 329–350. <https://doi.org/10.3906/yer-1805-20>



6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile oluşan kütle hareketlerine bir örnek: Tepehan heyelanı¹

An example of mass movements caused by the Kahramanmaraş earthquakes of february 6: Tepehan landslide²

İskender Dölek^{a*}, Taygun Uzelli^b, İsmail Ege^c, Ömer Çelik^d

^a Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Muş, Türkiye.

^b İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeotermal Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir, Türkiye,

^c Uşak Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Uşak, Türkiye.

^d Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Muş, Türkiye.

ORCID: I.D. 0000-0002-5922-8515, T.U. 0000-0003-0846-5921; İ.E. 0000-0001-5896-0440- Ö.Ç. 0000-0003-2633-4458

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 30.05.2023

Kabul/Accepted: 16.08.2023

Anahtar Kelimeler:

Deprem

Kütle hareketleri

Heyelan

Hatay

Altınözü

Keywords:

Earthquake

Mass movements

Landslide

Hatay

Altınözü

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(İ. Dölek) isdolek@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1307166



Atıf/Citation:

Dölek, İ., Uzelli, T., Ege, İ., & Çelik, Ö. (2023). 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile oluşan kütle hareketlerine bir örnek: Tepehan heyelanı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 73-86.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1307166>

ÖZ / ABSTRACT

6 Şubat 2023 tarihinde, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde yaklaşık 9 saat ara ile meydana gelen depremler sonucunda can ve mal kayıpları yaşanmış, yollar, köprüler zarar görmüş farklı türde (heyelan, kaya düşmesi, çamur akması) binlerce kütle hareketi meydana gelmiştir. Hatay'ın Altınözü ilçesine bağlı Tepehan köyünde Neojen yaşlı kumtaşı, killi kireçtaşı, kiltası ve marnlardan oluşan birim içerisinde gelişen heyelan 12.000 metrekarelik bir alanı etkilerken, 180.000 metreküpten fazla bir malzeme deprem sırasında oluşan heyelanla yer değiştirmiştir. Bu kadar büyük bir kütle yer değiştirmesinde depremlerin büyüklüğü yanında insan faaliyetleri de etkili olmuştur. Heyelanın meydana geldiği sahada Drone ile enine ve boyuna %70 bindirmeli sütunlar oluşturacak şekilde dijital görüntüler çekilmiştir. Bu görüntüler Agisoft yazılımında işlenmiş 60cm * 60cm piksel çözünürlükte Dijital Yüzey Modeli (DSM) ve Orto fotolar üretilmiştir. Heyelanın farklı yerlerinden alınan toprak numuneleri analiz edilerek genel toprak özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tepehan heyelanı depremlerin kütle hareketlerini (heyelanları) tetiklediği gerçeğinin somut bir örneği olması dışında yerleşim alanlarının doğal tehlikelere karşı (kütle hareketleri) güvenli hale getirilmesinde heyelanların izlenmesi ve haritalanmasının önemini bir kez daha göstermiştir. Depremlerin etkileri değerlendirilirken kütle hareketleri de dikkate alınmalıdır. Bu şekilde daha gerçekçi bir değerlendirme yapılabilir ve koruyucu önlemler daha etkili bir şekilde alınabilir.

On February 6, 2023, multiple earthquakes occurred with approximately 9 hours of interval on the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ), resulting in significant loss of life and property. Numerous mass movements, including landslides, rockfalls, and mudflows, caused damage to roads, bridges, and various structures. In Tepehan village, located in Altınözü district of Hatay, a landslide occurred within a unit composed of Neogene-aged sandstone, clayey limestone, shale, and marl, affecting an area of 12.000 square meters. The landslide displaced more than 180.000 cubic meters of material due to the earthquake. In addition to the magnitude of the earthquakes, human activities also contributed to the displacement of such a large mass. Digital images were captured using a drone in the landslide area, creating vertically and horizontally overlapping images to generate a Digital Surface Model (DSM) and orthophotos with a resolution of 60cm x 60cm pixels using Agisoft software. Soil samples were collected from different locations of the landslide and analyzed. The Tepehan landslide serves as a concrete example of how earthquakes trigger mass movements and highlights the importance of monitoring and mapping landslides in making settlement areas safer against natural hazards, such as mass movements. When evaluating the effects of earthquakes, it is crucial to consider mass movements. This allows for a more realistic assessment and enables the implementation of more effective protective measures.

¹ Bu çalışma 24-25 Mart tarihleri arasında yapılan International Earthquake Symposium'da sunulan sözlü bildirinin geliştirilmiş şeklidir.

² This work is an expanded version of the oral presentation given at the International Earthquake Symposium held on March 24-25.

Extended Abstract

Introduction

On February 6, 2023, at 04:17 local time, an earthquake occurred on the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ) with a moment magnitude (M_w) of 7.7, according to the data provided by the Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD). The epicenter was reported to be Pazarcık (Kahramanmaraş). Following the initial earthquake, another earthquake with a moment magnitude (M_w) of 7.6 occurred on the EAFZ, with the epicenter reported to be Ekinözü-Elbistan (Kahramanmaraş), 9 hours later at 13:24 local time.

The consecutive earthquakes, occurring approximately 9 hours apart, have affected 11 provinces, resulting in the loss of thousands of lives and the destruction of tens of thousands of buildings. These earthquakes have caused damage to roads and bridges, while also triggering thousands of mass movements of various types, such as landslides, rockfalls, and mudflows.

A landslide triggered by the earthquake has occurred in Tepehan village, located in the Altınözü district of Hatay province. The landslide, which occurred within a unit consisting of Neogene-aged sandstone, clayey limestone, shale, and marl, has affected an area of 12,000 square meters. More than 180,000 cubic meters of material has been displaced during the landslide that occurred during the earthquake.

Data and Method

Digital images were captured using a drone in the area where the landslide occurred, creating horizontal and vertical overlapping columns at a rate of 70%. These images were processed in Agisoft software to generate a Digital Surface Model (DSM) and Orthophotos with a pixel resolution of 60cm * 60cm.

Through field observations and examination of terrain models, it was determined that tension cracks and scarp formations occurred in the upper parts of the crown section of the landslide, which occurred as planar sliding. The area that was active in terms of mass movements prior to the earthquakes became active again due to the energy released as a result of the vibrations caused by the earthquake. In addition to the magnitude of the earthquakes, the intensive agricultural activities carried out in the area where the landslide occurred before the earthquake also influenced the size of the landslide and the amount of material transported with it. Aftershocks that followed the main shocks sustained the activity of the landslide and activated other parts of the suspended landslide, revealing a serious future danger for settlements close to the active sections.

Discussion

Soil and rock samples were collected from various sections of the Tepehan landslide. These samples underwent analyses at the soil analysis laboratory within the Central Laboratory of Muş Alparslan University to determine their physical and chemical properties. Some analyses were conducted to determine the soil pH and electrical conductivity (EC). Saturation paste was prepared and pH and EC readings were taken to assess the general soil characteristics. The clay, silt, and sand contents of the soils were determined as percentage values using the "Bouyoucos Hydrometer" method.

Trace elements (Fe, Zn, Cu, Mn) were determined using the DTPA (Diethylenetriaminepentaacetic acid) method.

In this particular case, the Tepehan landslide demonstrates the significance of monitoring and mapping paleo-landslides in making settlement areas resilient against mass movements. Understanding the behavior and characteristics of previous landslides can provide valuable insights into potential hazards and aid in developing mitigation strategies.

The combination of geological factors and seismic energy released during the earthquake played a role in the initiation and activation of the Tepehan landslide. The geological composition of the area, including the presence of loose rock types and fractures, made it susceptible to planar sliding during periods of increased stress caused by seismic events.

Through field observations and the analysis of terrain models, it has been determined that the landslide, occurring in a planar sliding manner, exhibits tension cracks and scarp formations in the upper parts of its crown. The area, which was already active prior to the earthquakes, experienced the reactivation of previous landslides due to the vibrations generated by the release of energy during the earthquake. The aftershocks following the main shocks continue to sustain the activity of the landslide, triggering other sections of the suspended landslide as well. This has revealed a significant danger for settlements located near the active sections of the landslide.

The Tepehan landslide is a mass movement (landslide) that occurs as planar sliding within a unit composed of Neogene-aged sandstone, clayey limestone, shale, and marl. Sandstone, clayey limestone, shale, and marl are generally rocks with loose structures and cracks. These rock types have a low coefficient of friction and limited strength. Therefore, as the slope steepness increases, these rock types are prone to sliding and falling when they interact with factors such as rainfall, groundwater movement, earthquakes, erosion, human activities, and other similar factors.

Intensive human intervention in the area corresponding to the current toe of the Tepehan landslide, which formed as a result of the Kahramanmaraş earthquakes on February 6th, has been a significant factor in disturbing the slope stability. In the summer of 2022, the area experienced extensive human activities such as land clearing and leveling for agricultural purposes. These interventions have disrupted the slope's stability and contributed to the occurrence of the landslide.

The mass movements that occurred during and after the Kahramanmaraş earthquakes on February 6th have been highly valuable in demonstrating the variation in types of mass movements based on lithological differences. These events have shown that the types of mass movements vary depending on the lithological characteristics.

Conclusion

The Tepehan landslide serves as a concrete example of how earthquakes trigger mass movements (landslides) and highlights the importance of monitoring and mapping landslides in making settlements safe against natural hazards. It has once again emphasized the significance of monitoring and mapping landslides in ensuring the safety of residential areas against natural hazards, particularly mass movements.

When assessing the effects of earthquakes, the consideration of mass movements is crucial. This approach allows for a more realistic evaluation.

1.Giriş

6 Şubat 2023 tarihinde, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) üzerinde yerel saat ile 04:17'de, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre moment büyüklüğü (Mw) 7.7 olan merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) olarak açıklanan bir deprem meydana gelmiştir. İlk depremin ardından 9 saat sonra, yerel saat ile 13:24'te merkez üssü Ekinözü-Elbistan (Kahramanmaraş) olan; DAFZ üzerinde moment büyüklüğü (Mw) 7.6 olan ikinci bir deprem daha yaşanmıştır.

9 saat ara ile meydana gelen depremler 11 ilimizi etkilerken binlerce can kaybına ve on binlerce binanın da yıkımına neden olmuştur. Art arda yaşanan depremler yollara, köprülere zarar verirken, farklı tiplerde (heyelan, kaya düşmesi, çamur akması) binlerce kütle hareketinin de yaşanmasına neden olmuştur. AFAD'dan yapılan açıklamaya göre bir ay içinde 4'ten büyük 13 bin 753 artçı sarsıntı meydana gelmiştir (AA,2023).

6 Şubat'ta yaşanan depremler gerçekleşme süreleri, büyüklükleri, etki alanları gibi özellikleri bakımından ender doğa olayları olarak değerlendirilse de Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) tarihsel süreç içerisinde farklı büyüklüklerde yıkıcı depremler üreten ülkemizin önemli tektonik hatlarından biridir. Antakya-Kahramanmaraş Grabeni bu tektonik hareketlerin meydana getirdiği aktif tektoniğin izlerinin çok belirgin olarak görüldüğü bir bölgede yer almaktadır (Ege, 2011; 2014).

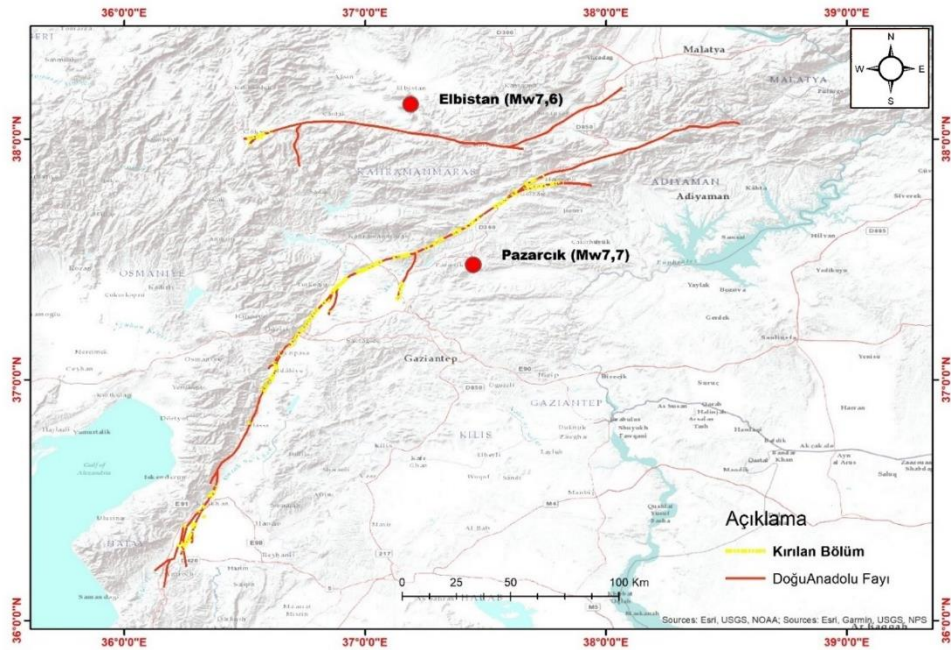
M.S. 13 Aralık 115'de tarihin gördüğü en büyük yıkımlarından biri yaşanan deprem sırasında gerçekleşti. Tarihçi L.Cassius'un anlatımına göre Antakya'dan Beyrut'a kadar olan sahada çok sayıda kent yıkıldı. Caesarea Maritima limanı depremin tetiklediği Tsunami ile çok büyük hasara uğradı (Bazdan, 2023).

Bölgede ciddi hasarlara neden olan çok sayıda depreme ait tarihsel kayıtlara ulaşmak mümkündür. M.Ö. 148 yılından günümüze kadar bölgede 44 adet 7'nin üzerinde, 37 adet 8'in üzerinde, 13 adet de 9'un üzerinde ve 1 adet (M.S. 245 yılında)10 şiddetinde deprem yaşanmıştır (Ege, 2022).

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin büyüklükleri yanında; odak merkezlerinin yüze yakın olması depremlerin yıkım etkisini artırırken, farklı tipte ve büyük lükte çok sayıda kütle hareketinin de yaşanmasına neden olmuştur.

Doğanşehir de (Malatya) İncirli Mahallesi'ne bağlı bir mezra oluşan heyelanla toprak altında kalırken, Kâhta (Adıyaman) sınırları içerisindeki dağlık alandaki köylerde; Antakya ilçesi Dağ Mahallesi olarak anılan kesimde kaya düşmesi sonucu birçok konut ve park halindeki çok sayıda araç hasar görmüştür. İslahiye (Gaziantep) batısında Değirmencik Mahallesi ile İdilli köyleri arasındaki boğaz içerisinde İdilli dere yatağı heyelanla setlenince, heyelanın gerisinde bir heyelan set gölü meydana gelmiştir. Yine Defne (Hatay) ilçesinde zeytin bahçesinde 15 metre genişlikte 10 metre derinlikte yarıklar oluşmuştur. Antakya merkezde Dağ ve Bağrıyanık mahallerinde, Antakya Kalesi çevresinde tonlarca ağırlıkta kaya blokları yuvarlanarak birçok araca zarar vermiştir (Foto 1). Burada sadece birkaçına değinilen ancak çok sayıda irili ufaklı kütle hareketi yaşanmıştır. İlerleyen süreçte yapılacak çalışmalarla olayın boyutları çok daha net bir şekilde ortaya konulacaktır. Çalışma sahasında tarım yapılan alanlarda heyelan gerçekleşmişken yerleşim alanlarında yamaç duraysızlıklarına bağlı yıkılmış binalar belirlenmiştir (Şekil 1).

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerin sonucunda; farklı tipte kütle hareketlerinin yaşanması yanında meydana gelen kütle hareketlerinin büyüklüğü ve bu boyutta kütle hareketlerinin çok kısa süre içerisinde meydana gelmesi herkes için olduğu kadar yerbilimleri açısından da incelenmesi gereken ilginç bir durumdur.



Şekil 1. 6 Şubat'ta meydana gelen depremlerin odak merkezleri, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Fay zonu üzerinde kırılan yerler (USGS, 2023 verileri kullanılarak yeniden çizilmiştir).

Figure 1. The focal centers of the earthquakes that occurred on February 6, the East Anatolian Fault Zone and the fractured places on the fault zone (redrawn using USGS, 2023 data).



Fotoğraf 1. Tepehan Mahallesiindeki yıkılmış binalar
Photography 1. Collapse buildings in Tepehan Village

Kütle hareketleri, kaya, regolit ve toprağın yerçekimi etkisi altında yamaç aşağı hareketi olarak ifade edilebilir. Bozulma ile zayıflayan kaya parçalara ayrılır sonra kütle hareketleriyle, oluşan molozlar yamaç aşağı taşınır. Kütle hareketleri ve akan suyun birleşik etkisi, yeryüzünün en yaygın ve belirgin arazi şekli olan akarsu vadilerini oluşturur. Birçok akarsu vadisinin daha çok geniş olması kütle hareketlerinin önemini gösteren önemli göstergelerden biridir (Lutgens vd., 2013).

Yerçekimi kütle hareketlerini kontrol eden en önemli kuvvettir. Ancak duraylılığın bozulması ve yamaç aşağı hareketin başlamasında farklı etmenlerinde etkisi söz konusudur. Heyelan oluşmadan çok önce, çeşitli süreçler yamaçtaki malzemeyi zayıflatmaya çalışır. Aşamalı olarak kütleli yerçekimi tarafından harekete geçmeye daha uygun hale getirir. Bu zaman aralığında yamaç duraylı kalır ancak duraysız hale gittikçe yaklaşır. Sonunda, yamacın dayanımı, onu duraylı durumdan duraysız duruma geçirecek eşik noktasına kadar zayıflar (Lutgens vd., 2013). Yamaç aşağı hareketi başlatan süreç tetikleyici olarak ifade edilir. Tetikleyici süreçler tek başına kütle hareketi olayına neden değildir ancak birçok sebebin en sonuncusudur. Kütle hareketlerini tetikleyici faktörler arasında; kaya ve zemin malzemelerinin suya doygun hale gelmesi, yamaçların dikleştirilmesi, topuk aşındırması, jeolojik tabaka ve yamaç eğimlerinin yönü ve açısı, toprağı tutan bitki örtüsünün tahrip edilmesi, depremlerin neden olduğu yer titreşimleri gibi unsurlar gösterilebilir (Lutgens vd., 2013).

2. Kütle Hareketlerini Tetikleyici Bir Unsur Olarak Depremler

Bir deprem ve artçı şokları, çok büyük hacimlerde kaya ve pekişmemiş materyali yerinden oynatabilir. Ocak 1994'te Los Angeles'ın Northridge bölgesinde meydana gelen 6,7 büyüklüğündeki depremle 11.000'den fazla heyelan meydana gelmiştir. 8 Ekim 2005 Pakistan ve Hindistan arasındaki Kaşmir bölgesinde 7,6 büyüklüğündeki deprem ve artçı şokları ile tetiklenen yüzlerce heyelan, moloz akmaları, kaya düşmeleri gözlenmiştir.

12 Mayıs 2008 Çin'in Sichuan eyaletindeki deprem Cheng'du şehri ve yakın çevresini etkilemiştir. Deprem sonrasında yüzlerce heyelan, kaya çığları ve moloz akmaları yerleşim alanlarına, kara ve demir yollarına zarar vermiş, heyelanlar nehir yataklarını tıkayarak çok sayıda göl meydana gelmiştir (Lutgens vd., 2013).

6 Şubat Kahramanmaraş merkezli depremler sonucunda heyelan, kaya düşmesi, moloz akması, çamur akıntısı gibi farklı kütle hareketlerini sahada gözlemlemek mümkündür. Litolojik farklılıklar kütle hareketlerinin çeşitlenmesi üzerinde önemli etkenlerden biridir. Depremlerin odak merkezlerinin yüzeye yakın olması kütle hareketlerinin büyüklüğü ve yoğunluğu üzerinde etkin olan unsurlardan biridir. Yüze yakın depremlerin daha büyük ölçekte hasar yaratabildiği konusu, literatürde geniş bir şekilde ele alınmıştır (Smith, 2016; Jones & Williams, 2013). Bu tür depremler sırasında, toprak kayması, toprak sıvılaşması, çökme ve su baskını gibi olayların yaşanabileceği ve büyük ölçekli hasarlara da neden olabileceği belirtilmektedir (Johnson vd., 2016).

Deprem derinliği ve yüzey deformasyonları arasındaki ilişki de birçok araştırmacı tarafından formülize edilmeye çalışılmıştır. Baumgardner vd., (2016), depremin derinliğinin yüzeydeki kütle hareketleri üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, deprem derinliği ile yüzey deformasyonları arasında bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Geller ve Jackson (2015) ise depremin derinliği ve büyüklüğü arasındaki ilişkiyi açıklayan bir matematiksel model önermişlerdir. Bu model, Richter ölçeği kullanılarak hesaplanan deprem büyüklüğü ile depremin kaynak derinliği arasında bir bağlantı kurmaya çalışmıştır. Bu matematiksel model, depremin enerjisini tahmin etmek için kullanılabilir. Depremin potansiyel olarak yaratacağı hasarın tahmin edilmesine de yardımcı olabilir.

Matematiksel olarak, Geller ve Jackson (2015) tarafından önerilen model şu şekilde ifade edilebilir:

$$M = \log(A) + 0.0033h + C^3$$

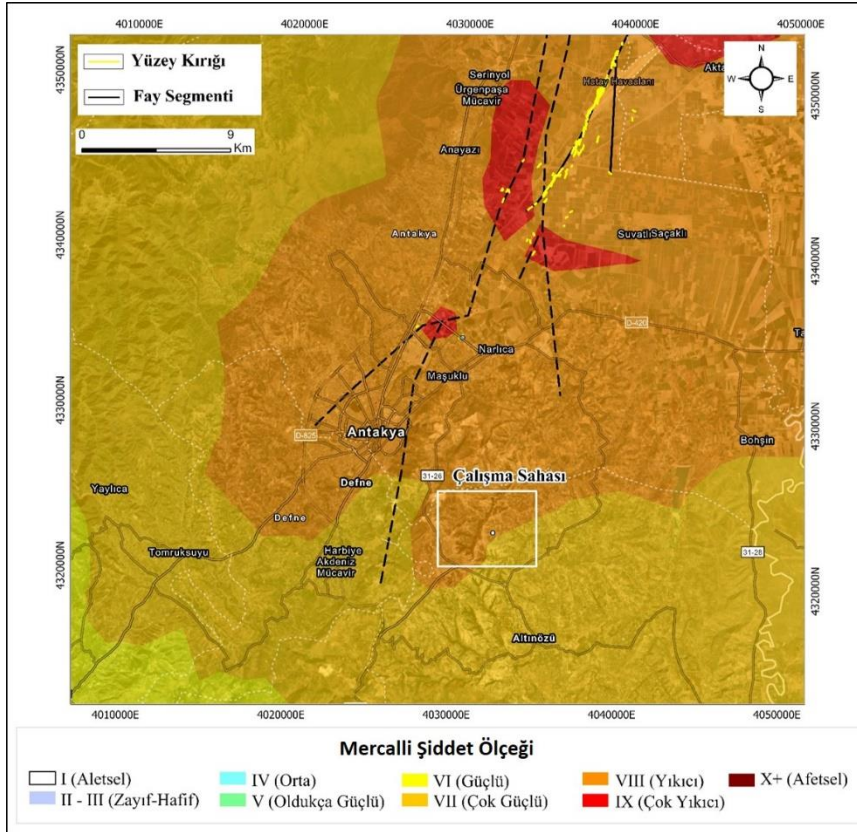
Bu matematiksel model, depremin derinliği arttıkça deprem şiddetinin azaldığını gösterir. Yani, daha derin depremler genellikle daha küçük deprem şiddetlerine sahiptir. Ancak, model aynı zamanda deprem şiddetini etkileyen diğer faktörlerin de olduğunu gösterir. Derin bir deprem, daha derinlerdeki kayalarda deformasyon meydana getirirken yüzeydeki kütle hareketlerini doğrudan etkilemez ya da çok fazla etkili olmayabilir. Bu nedenle, derin bir deprem sırasında, yüzeyde daha az kütle hareketi meydana gelebilir (Vakov,1996). Öte yandan, sığ bir deprem, yüzeye daha yakın kayaç gruplarında meydana gelir ve yüzeydeki kütle hareketlerini doğrudan etkiler. Bu nedenle, sığ bir deprem sırasında, yüzeyde daha fazla kütle hareketi olabilir, oluşan kütle hareketleri daha büyük olabilmektedir.

6 Şubat Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında pek çok kurum, kuruluş ve üniversite detaylı deprem değerlendirme raporları yayınlamıştır (İTÜ, 2023, AFAD, 2023). Bu raporlarda deprem yüzey kırıkları, yapısal deformasyonlar, yıkılan yapılar ve oluşan kütle hareketleri belirtilmiş ve haritalanmıştır. Tepehan Köyü civarında yapılan çalışmalarda bölgede deprem sarsıntılarının yollarda ve zeminde hasara sebep olduğu tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS)'nin hizmete sunduğu Kahramanmaraş deprem

serisi verileri incelendiğinde çalışma alanının olduğu yerin de deprem sarsıntılarında büyük ölçüde etkilendiği görülmektedir (USGS, 2023) (Şekil 2).

Mercalli şiddet ölçeği, bir depremin şiddetini ölçmek için kullanılan ölçektir. Depremin yeryüzüne, insanlara, cisimlere ve yapılarla olan etkisini I ile XII arasında bir ölçek ile nicelendirir (Johnson & Lee, 2020). USGS verilerine göre 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli depremlerin şiddeti özellikle merkez üslerine, yüzey kırıklarına yakın yerlerde ve alüvyon zeminlerde IX (çok yıkıcı) seviyelere kadar ulaşmıştır. Antakya merkez ve Defne'nin güneydoğusunda yer alan Tepehan Köyü civarında da depremlerin şiddet değerleri VIII (yıkıcı) seviyelerine kadar ulaşmıştır (Şekil 2). Bu sebeple bu bölgede yapılarda hasarların görülmesi ve heyelanların gerçekleşmiş olması hem deprem sarsıntılarının büyüklüğünün ve ivmesinin önemli değerlerde olduğunu gösterirken, zeminde sorunlu olduğunu işaret etmektedir.

PGA terimi, İngilizce "Peak Ground Acceleration" teriminin kısaltması olup Türkçe karşılığı "En Büyük Yer İvmesi" değeridir⁴. USGS verilerine göre, Tepehan Köyü çevresinde en büyük yer ivmesi değerleri (g) 0.44 ve 0.5 aralığında yüksek tehlikeli olabilecek seviyelere yakın olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Bu durum da aslında 6 Şubat Kahramanmaraş merkezli depremler esnasında yer ivme değerlerinin heyelanları tetikleyecek büyüklüklere ulaşabildiğini göstermektedir.

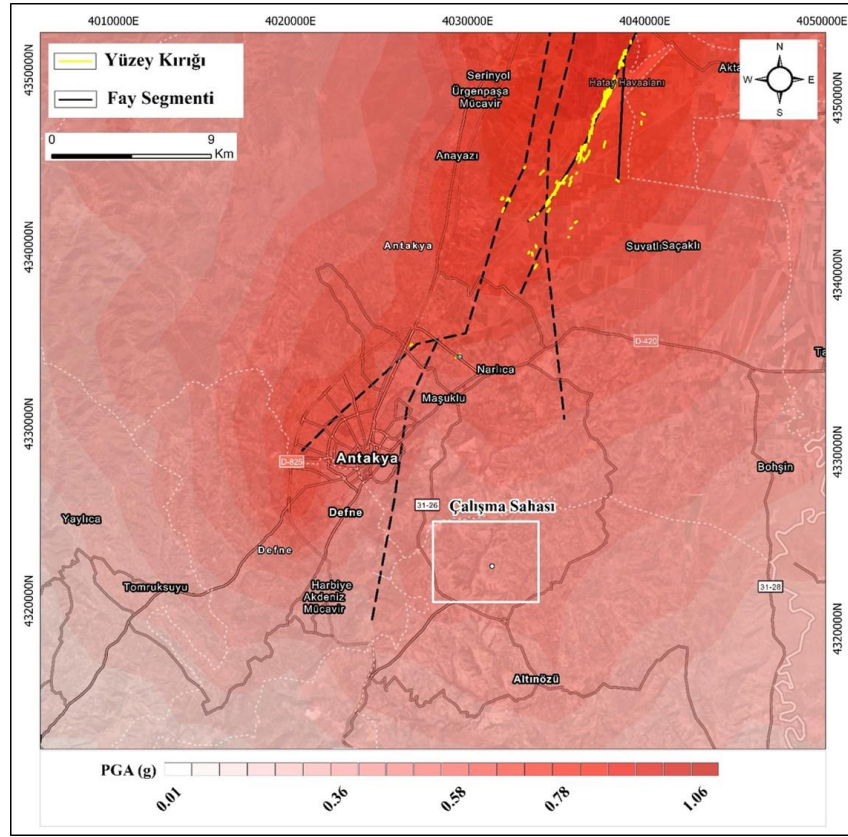


Şekil 2. Çalışma sahası ve yakın çevresindeki M7.8'lik depreme ait şiddet dağılım haritası (USGS, 2023 verileri kullanılarak yeniden çizilmiştir).

Figure 2. The intensity distribution map of the M7.8 earthquake in the study area and its immediate surroundings (redrawn using USGS, 2023 data).

³ Burada M, Richter ölçeğinde ölçülen deprem büyüklüğünü temsil eder, A ise depremin yatay bileşeninde ölçülen maksimum yer ivmesidir. H, depremin kaynak derinliğini kilometre cinsinden ifade eder. C'ise sabit bir değeri ifade eder.

⁴ Bakanlar Kurulu'nun 1996 yılındaki kararı ile yürürlüğe girmiş olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası 2019 yılında yürürlükten kaldırılmıştır. Yeni Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Bina Deprem Yönetmeliği 18 Mart 2018 tarihinde 30364 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış olup 01.01.2019 tarihinde uygulamaya girmiştir. Yeni deprem tehlike haritasında en büyük yer ivmesi değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3. Çalışma sahası ve yakın çevresindeki M7.8'lik depreme ait PGA (g) dağılım haritası (USGS, 2023 verileri kullanılarak yeniden çizilmiştir).
Figure 3. PGA (g) distribution map of M7.8 earthquake in the study area and its immediate surroundings (redrawn using USGS, 2023 data).

Heyelanların genellikle yüze yakın meydana gelen deprem gibi tetikleyici faktörler den etkilendiği düşünülmektedir. Örneğin, son yıllarda Türkiye'de yaşanan depremler, heyelanların artmasına neden olmuştur. Bunun nedeni olarak, deprem sırasında yer kabuğun da meydana gelen değişimlerin, yamaçlarda zayıf olan kayaları hareket ettirmesi olarak ifade edilmiştir (Yıldız vd., 2001).

Deprem derinliği ile kütle hareketleri arasındaki bağlantı, depremin derinliği ve yüzeyle kütle hareketleri arasındaki ilişkiyi de ifade eder. Bu ilişki, depremin meydana geldiği derinliğin, toprak hareketlerinin yoğunluğu ve şekli üzerinde

önemli bir etkiye sahip olmasından kaynaklanır (Gökten & diğerleri, 2015). Depremlerin yer kabuğunun üst kısmında meydana geldiği ve yüzeyle yakın depremlerin daha büyük ölçekte hasar yaratabildiği konusu, literatürde geniş bir şekilde ele alınmıştır (Jones & Williams, 2013). Bu tür depremlerin, toprak kayması, toprak sıvılaşması, çökme ve su baskını gibi, büyük ölçekli hasarlara neden olabileceği de belirtilmektedir (Johnson vd., 2016, Öztürk, 2002). Kahramanmaraş depremlerinin yerin 8.6 ve yaklaşık 7 km derinlikte gerçekleşmiş olması da nispeten sığ olarak değerlendirilebilecek seviyelerde açığa çıkan enerjinin yüzeyle kütle hareketlerini tetikleyebilme potansiyelini arttırmıştır.



Fotoğraf 2. 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile Tepehan köyü yakınında oluşan kütle hareketi.

Photography 2. The mass movement that occurred near the Tepehan village with the February 6 Kahramanmaraş earthquakes.



Fotoğraf 3. 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile Tepehan köyü yakınında oluşan kütle hareketi içerisinde derinliği yer yer 20 m'yi bulan yarıklar (batıya bakış).

Photography 3. The 6 February Kahramanmaraş earthquakes and the crevices up to 20 m deep in the mass movement near Tepehan village (looking west).



Fotoğraf 4. 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile Tepehan köyü yakınında oluşan kütle hareketi (Heyelan) içerisinde kumtaşı, killi kireçtaşı, kilitaşı ve marnlardan oluşan birim içerisinde derinliği yer yer 20 m'yi bulan yarıklar (doğuya bakış) ve devrilmeler şeklinde gerçekleşen daha küçük ölçekli kütle hareketleri.

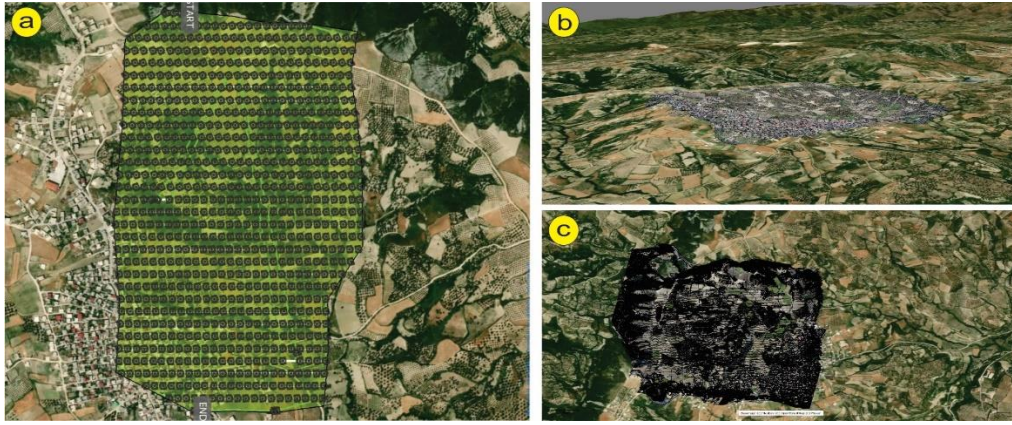
Photography 4. Smaller-scaled mass that occurred in the form of crevices (looking east) and overturns with a depth of 20 m in places within the unit consisting of sandstone, clayey limestone, claystone and marls within the mass movement (landslide) that occurred near the Tepehan village with the February 6 Kahramanmaraş earthquakes. movements.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Fotogrametri

Çalışma sahasına ait dijital görüntülerin elde edilmesi ve arazi modellerinin oluşturulmasında, drone ile elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Drone ile görüntüleme ile yüksek çözünürlüklü görüntü alma olanağı olduğu gibi ile alınan görüntüler nesnelerin konumu, şeklini, boyutunu ve yüksekliğini ölçebileceğimiz dijital fotogrametri çalışmalarında da kullanılabilir. Oluşturulan görüntüler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile kullanılarak haritalama çalışmaları içinde altlık olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca drone ile yeryüzüne daha yakın bir yükseklikten çekim yapılabildiği için

yüzeyle ait daha ayrıntılı ve daha hassas bir görüntüleme yapılabilmektedir. Bu şekilde yüzeyle ait farklı açılardan görüntüler elde edilebilmekte ve fotogrametri işlemlerinde kullanılan eşleştirme algoritmaları daha gerçekçi yüzeyler oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Buna ek olarak alınan görüntülerin koordinatlı olması bu görüntülerin yerel konumlarının çok az bir hata payı ile belirlenmesine olanak sağlar ve fotogrametri işlemlerinin doğruluğunu da artırır. Oluşturulan görüntü ve yüzey modelleri başka program ve çalışmalarda da kullanılabilir.



Şekil 4. (a) Uçuş rotası ve görüntü alınan noktalar, (b) nokta bulutu, (c) çekim yapılan yüzeye ait düzensiz ağ modeli.

Figure 4. (a) Flight path and imaged points, (b) point cloud, (c) irregular network model of the photographed surface.

Bu çalışma için Drone kamerasının çözünürlüğü, FOV (Field of View) alanının büyüklüğü, yüzeydeki nesnelerin büyüklüğü, hava ve topoğrafya koşulları dikkate alınarak 100 metre uçuş yüksekliği olarak belirlenmiştir. Bu yükseklikten yapılan uçuşla oluşturulacak görüntüdeki her bir piksel başına düşen gerçek yüzey mesafesi (Ground Sampling Distance, GSD) yaklaşık 2,3 cm olarak belirlenmiştir.

Drone ile çekilen görüntüler Agisoft programına aktarılmış, görüntülerin çözünürlük ve renk kaliteleri eşlenmiştir. Görüntülerin yükseklik, açı ve renk kaliteleri analiz edilerek hizalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Hizalanmış ve açı değerleri düzenlenmiş görüntülerden bağlama noktaları olarak da ifade edebileceğimiz (Tie points) noktaları oluşturulmuştur. Çekim yapılan yüzeydeki birçok noktaya ait 3D koordinatlarını (x,y,z) içeren bir veri kümesi olarak ifade edilebilecek nokta bulutu (Point Cloud) oluşturulmuştur (Şekil 4b). Nokta bulutu oluşturularak aynı zamanda yüzeye ait eksik veriler de tamamlanmıştır.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Tepehan heyelanının muhtelif bölümlerinden toprak (5 adet) ve kayaç (5 adet) örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde Muş Alparslan Üniversitesinde, toprak analiz laboratuvarında fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik bazı analizlere tabi tutulmuştur.

Toprak pH ve EC'sini belirlemek için, saturasyon çamuru hazırlanmış saturasyon çamurunda pH ve EC okumaları yapılmış, genel toprak özelliği belirlenmeye çalışılmıştır (Rhoades vd., 1999). Kireç içeriğinin bulunması için Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre kireç içeriği tespit edilmiştir (Allison ve Moodie 1965). Organik madde miktarı "Modifiye Edilmiş Walkey-Black" metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre; 0,5 g toprak örneği 500 ml'lik erlenmayere konulmuş ve üzerine önce 10 ml potasyum dikromat ve daha sonra 20 ml sülfürik asit çözeltisi eklenmiş ve karışım başlangıçta yavaş daha sonra hızlı bir şekilde 1 dk çalkalanmıştır. Oda sıcaklığına ulaşan örnekler 200 ml saf su eklenmiş ve üzerine 5-6 damla fenantrolin ilave edilmiştir. Demir sülfat heptahidrat çözeltisiyle titre edilerek kırmızı rengin yeşil renge dönmesiyle de harcanan demir sülfat miktarı hesaplanarak organik madde miktarı bulunmuştur.

Toprakların kil, silt ve kum içerikleri % değerleri "Bouyoucos Hidrometresi" metodu ile belirlenmiştir. Değişebilir Katyonlar

(Ca, Mg, Na, K), 10 g toprak örneğine 50 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi eklenip bir miktar çalkalandıktan sonra bir gece çözelti içerisinde bekletilerek bir sonraki gün filtre kağıdında süzümüştür. Bu işlemden sonra elde edilen ekstrakt Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde (AAS) okunarak değişebilir katyonların miktarı belirlenmiştir. İz Elementler (Fe, Zn, Cu, Mn); DTPA (Diyetilen Tiriamin Penta Asetik Asit) yöntemi ile belirlenmiştir (Thomas, 1982). 10 gr toprak örneği üzerine 50 ml DTPA çözeltisi ilave edilerek dakikada 200 devir çalkalama makinasında 2 saat karıştırılıp filtre kağıdından süzülerek ekstraksiyon elde edilmiştir. Elde edilen süzükte AAS ile okuma yapılarak iz elementler belirlenmiştir (Lindsay ve Norwell 1978). Bulunan değerler Tablo 1'de verilmiştir.

4. Tepehan Heyelanı

6 Şubat Kahramanmaraş merkezli depremler gerek büyüklükleri ile gerekse etkili oldukları alan, ivme değerleri ile yer bilimlileri açısından ilginç sismik olaylardır. Yaşanan bu depremler sırasında ve depremler sonrasında oluşan artçı sarsıntılar sonucunda çok sayıda kütle hareketi yaşanmıştır.

Hatay'ın Altınözü ilçesine bağlı Tepehan köyünün batısında kalan Koyak Mevkii'nde depremle tetiklenen büyük bir kütle hareketi (heyelan) yaşanmıştır. Kütle hareketinin gerçekleştiği Tepehan formasyonu kumtaşı, killi kireçtaşı, kıltaşı ve marndan oluşmaktadır. Birim ilk kez Selçuk (1985) tarafından adlandırılmıştır. Antakya dolayında yüzeylenen birimin tip kesit yeri Tepehan dolaydır. Alt dokanağında, Sofular formasyonu, üst dokanağında ise Nurzeytin formasyonu ile uyumlu ve geçişlidir. Kalınlığı 200-500 m arasındadır (Selçuk, 1985). Önceki çalışmalarda, Selçuk (1985) tarafından derlenen örneklerde formasyonun yaşı Geç Miyosen olarak belirtilmiştir. Boulton ve diğerleri (2006)'nin tanımlamadığı Nurzeytin formasyonunun alt bölümüne karşılık gelen birimin alt bölümü sığ, orta ve üst bölümü ise gittikçe derinleşen sığ-açık deniz ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir (Herece, 2008).

Su tutma kapasitesi oldukça yüksek olan kumtaşı, killi kireçtaşı, kıltaşı ve marnlardan oluşan Tepehan formasyonu içerisinde düzlemsel kayma şeklinde gelişen heyelan 12.000 metrekarelik bir alanı etkilerken, 180.000 metreküpten fazla bir malzeme yer değiştirmiştir. Heyelanın gerçekleştiği alanda ortalama eğim değeri %19 civarındadır. Normal şartlarda bu büyüklükteki bir kütle hareketinin daha yüksek eğim koşullarında gerçekleşmesi beklenir.

Bu durum heyelanın olduğu alanda yamaç duraylılığının değişmesinde birincil derecede depremle oluşan titreşimlerin (dalgaların) etkisini net olarak göstermektedir. Bu durum sahaya ait görüntülerle de desteklenmektedir (Şekil 5). 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sırasında ve sonrasında meydana gelen değişik türdeki kütle hareketleri litolojik farklılıklara bağlı olarak kütle hareketinin tipinin değiştiğini göstermesi bakımından oldukça değerlidir. Birçok çalışmada da ifade edildiği gibi, kaya düşmeleri ve heyelanlar hem kayaç türü hem de çevresel faktörler gibi birçok unsurun etkileşimiyle oluşur ve

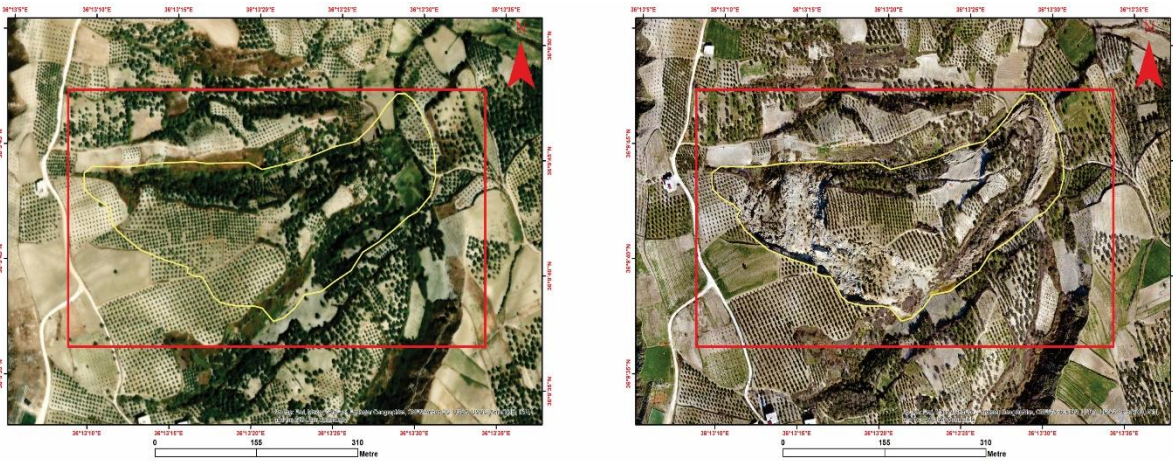
farklı türde kayaçlar farklı mekanizmalarla hareket edebilir. Bu sebeple laboratuvar analizlerinde özellikle kütle hareketleri açısından önemli kil, kum ve diğer litolojilerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tepehan heyelanının farklı alanlarından alınan numuneler laboratuvarında analiz edilmiş ve numunelere ait değerler Tablo 1'de verilmiştir. Tepehan heyelanından alınan numunelerin Sodyum hegzametafosfat kullanılarak disperse edilip toz haline getirilmesiyle yapılan tekstür analizinde Kil oranı %66,2, %28 Silt, %5,8 Kum belirlenmiştir (Şekil 8, Tablo 1).



Şekil 5. Tepehan heyelanına ait lokasyon haritası.

Figure 5. Location map of Tepehan landslide.



Şekil 6. Tepehan heyelanının gerçekleştiği alanın heyelan öncesi ve sonrası görünümü.

Figure 6. Pre- and post-landslide view of the area where Tepehan landslide took place.



Şekil 7. Heyelanın taç kısmının üst bölümlerinde oluşan uzunluğu yaklaşık 320 m'yi bulan açılma çatlakları⁵.

Figure 7. Opening cracks up to 320 m in length formed in the upper parts of the crown of the landslide.



Fotoğraf 5. Tepehan kütle hareketi (heyelanı) öncesi arazide düzleştirme çalışmaları sonucu oluşmuş, arazinin statik dengesini bozan ve heyelanı hazırlayıcı unsurlardan biride tarımsal amaçlı oluşturulan zeytin bahçeleri.

Photography 5. The olive groves, formed for agricultural purposes, are one of the factors that disrupt the static equilibrium of the terrain and contribute to the occurrence of the Tepehan mass movement (landslide) as a result of land leveling works conducted prior to the landslide.

⁵ Heyelanın taç kısmının üst bölümlerinde oluşan çatlak uzunlukları ve diğer hesaplamalar Dron görüntülerinin işlenmesi ile elde edilen Ortofoto ve DSM verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Üç boyutlu alanların hesaplanması için farklı yöntemler kullanılabilir, ancak genellikle yüzey modelleri ve üçgen ağlar üzerinde çalışma yapılır. Bir yüzey modeli, üç boyutlu bir nesnenin yüzeyinin üçgenlere bölünmüş temsili olarak düşünülebilir. Bu yüzey üçgenlerinin alanları toplanarak üç boyutlu alan hesaplanır. Üç boyutlu alan hesaplaması için

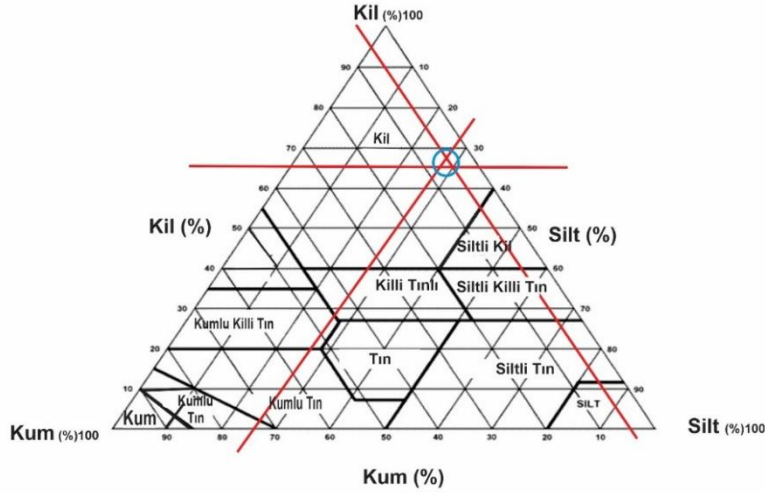
Alan = Σ (Tüm üçgenlerin alanı) formülü kullanılır.

Burada " Σ " sembolü, tüm üçgenlerin alanlarını toplamı temsil eder. Üçgenin Alanını Hesaplama: Bir üçgenin alanı, üç kenarının uzunluklarına göre Heron formülü kullanılarak hesaplanabilir:

$$s = (a + b + c) / 2$$

$$\text{Alan} = \sqrt{s * (s - a) * (s - b) * (s - c)}$$

Burada "a", "b" ve "c", üçgenin kenar uzunluklarıdır ve "s", yarı çevresini temsil eder. Üç boyutlu alan hesaplama süreci, üçgenlerin yüzey modeli üzerindeki konumlarına ve geometrik özelliklerine bağlı olarak yinelenir. Yüzey modelindeki her üçgenin alanı hesaplanır ve bu alanlar toplanarak toplam üç boyutlu alan elde edilir. Bu hesaplama, nesnenin yüzey alanını temsil eder. Eğer nesnenin içindeki hacmin de hesaplanması istenirse, üç boyutlu nokta bulutundaki noktaların içindeki hacimlerin hesaplanması gerekir. Hacim hesaplama, genellikle üç boyutlu nokta bulutunda bulunan noktaları çevreleyen tetraedronların hacminin hesaplanmasıyla gerçekleştirilir.



Şekil 8. Tepehan Heyelanına ait toprak örneklerinin Tekstür Üçgenindeki dağılımı.

Figure 8. Distribution of soil samples from the Tepehan Landslide in the Texture Triangle.

Alınan numunelerde organik madde miktarının 0,51 gibi düşük bir değer göstermesi (Tablo 1) agregat oluşumunu engelleyen bir unsur olarak değerlendirilmiştir. Bunun da toprak yapısının bozulmasına neden olan unsurlardan biri olduğu düşünülmüştür. Bu durum depremle oluşan titreşimlerde büyük kütle hareketlerinin oluşmasına neden olan unsurlardan biri olarak değerlendirilmiştir.

Tepehan heyelanı Neojen yaşlı kumtaşı, killi kireçtaşı, kiltası ve marnlardan oluşan birim içerisinde düzlemsel kayma şeklinde gelişen bir kütle hareketi (heyelan)'dir. Kumtaşı, killi kireçtaşı, kiltası ve marnlar, genellikle gevşek yapıya ve çatlaklara sahip birimlerdir. Bu birimlerin sürtünme katsayısı düşüktür ve dayanıklılığı sınırlıdır. Bu nedenle, yamaç eğimi arttıkça bu tür kayalar yağış, zemin suyu hareketleri, depremler, erozyon, insan aktiviteleri vb. faktörlerle etkileşime girdiğinde⁶, bu kaya

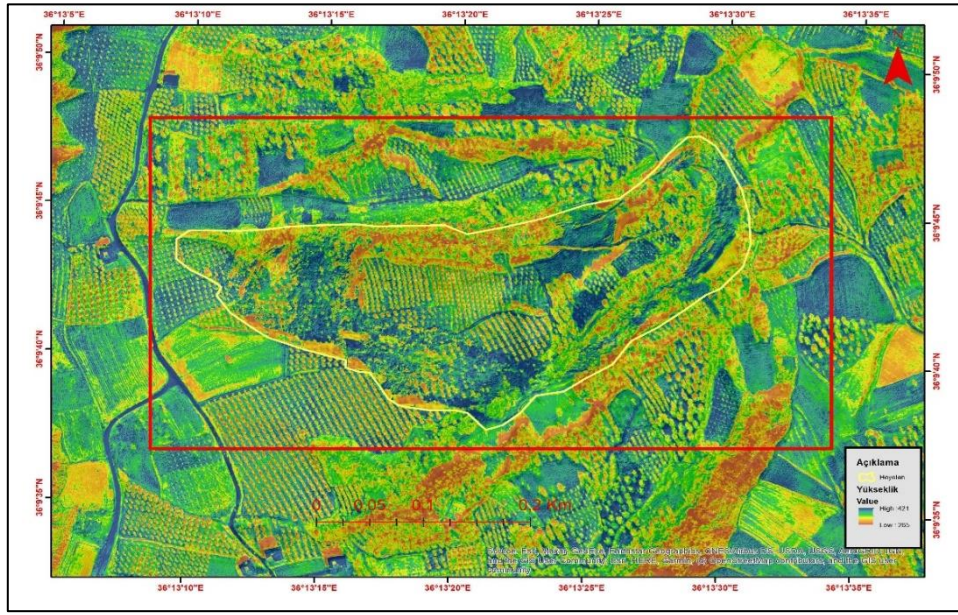
türleri kayma ve düşme eğilimi gösterirler. Bu tür litolojilerin tabakalanmalı ve ardalanmalı istifler oluşturduğu sahalarda görülen heyelanlar daha çok düzlemsel kayma şeklindedir. Bunun bir sebebi de tabakalar arasında yeraltısuyu geçirimsizliğinin ve kohezyon farklılıklarının olmasıdır. Düzlemsel kayma, bir kaya bloğunun, kayma düzlemi boyunca hareket etmesidir (Hoek vd.,1974; Vakov,1996). Kayma düzlemi, kaya bloğunun içinde mevcut olan doğal bir çatlak, ayrılma veya birleşme yüzeyi olabilir. Bu çatlaklar, yamaçlarda uzun süreli yerçekimi etkisi nedeniyle oluşabilir. Böylece, kayma düzlemi boyunca hareket eden kaya blokları, heyelanlar sırasında yamaçtan aşağıya hareket eder. Tepehan heyelanının gerçekleştiği birim özellikleri yanında depremle oluşan enerjiye bağlı olarak titreşim şiddeti çok kısa bir süre içinde 480 x140 metrelik bir alanın aktivite kazanmasına neden olmuştur.

Tablo 1. Tepehan heyelanından alınan toprak ve kayaç numunelerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Table 1. Physical and chemical analysis results of soil and rock samples taken from Tepehan landslide.

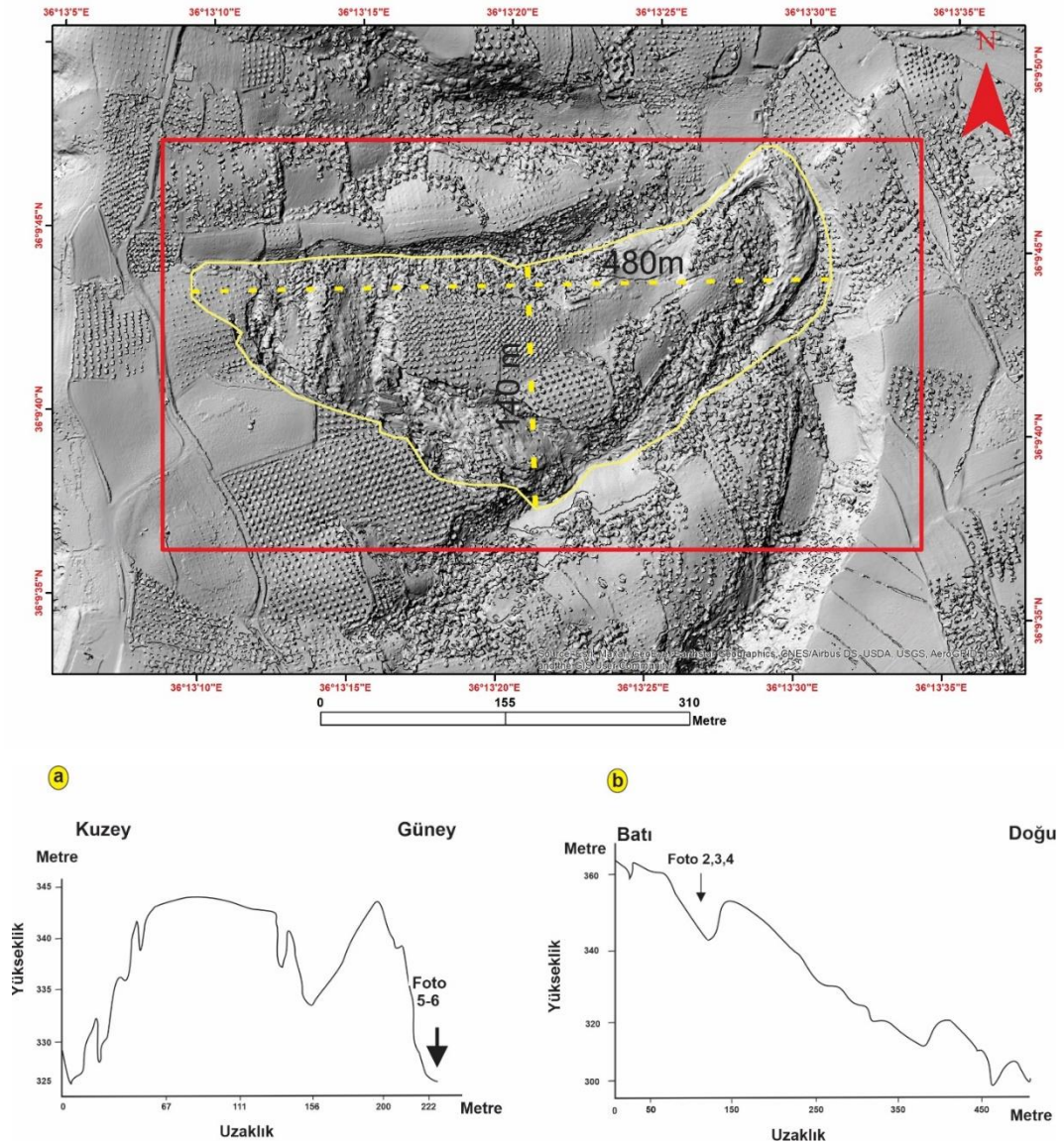
Analiz	Birim	Kayaç	Toprak	Yorum
		Sonuç	Sonuç	
pH		8,2	8,34	Hafif Alkali
EC		782	533	Hafif Tuzlu
Kireç	%	71,03	60,42	Az Kireçli
Organik Madde	%	0,22	0,51	Çok Az
Tekstür	%	%64,2 Kil, %32 Silt, %3,8 Kum	%66,2 Kil, %28 Silt, %5,8 Kum	Killi
Ca	mg/L	4700	5145	
Mg	mg/L	1071	1072,5	
Na	mg/L	20,5	63	
K	mg/L	295,5	261	
Fe	mg/L	83,25	76	
Zn	mg/L	17,45	14,45	
Cu	mg/L	2	3,25	
Mn	mg/L	12	4,25	

⁶ 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sonucu gerçekleşen Tepehan heyelanının bugün toprak kısmına karşılık gelen alanda 2022 yılının yaz mevsiminde heyelanın tarla açma ve düzleme amaçlı yoğun insan müdahalesi yamaç statikliğinin bozulmasına neden olan önemli bir etkidir (Fotoğraf 5).



Şekil 9. Tepehan Heyelanı ve yakın çevresine ait DSM görüntüsü.

Figure 9. DSM image of Tepehan Landslide and its surroundings.



Şekil 10. Tepehan Heyelanı ve yakın çevresine ait 2 boyutlu görüntü (Hilshade) ve farklı doğrultulardan alınan profiller.

Figure 10. 2D image (Hilshade) of Tepehan Landslide and its immediate surroundings and profiles taken from different directions.

5. Sonuç ve Öneriler

Tepahan heyelanı depremlerin kütle hareketlerini (heyelanları) tetiklediği gerçeğinin somut bir örneği olması dışında, kütle hareketlerinin türü ile litoloji arasındaki ilişkiyi ortaya koyması açısından da ilginç bir oluşturmaktadır. Heyelanın gerçekleştiği alan Miyosen yaşlı klastik ve karbonatların birlikte ardalı şeklinde bulunduğu bir alandır. Bu sebeple yer yer killi geçirimsiz seviyeler yer yer kireçtaşı ve kumtaşı gibi birimleri görmek mümkündür. Bu alan aynı zamanda Tepahan yerleşiminden uzak, tarımsal faaliyetler için kullanılan ekim alanları ve çevresindeki mera ve zeytinliklerden oluşmaktadır.

Tepahan heyelanı deprem derinliği ile kütle hareketlerinin boyutları arasındaki ilişkiyi ortaya koyması açısından da tipik bir örnektir.

Tepahan heyelanı yerleşim alanlarının doğal tehlikelere karşı (kütle hareketleri) güvenli hale getirilmesinde heyelanların izlenmesi ve haritalanmasının önemini bir kez daha göstermiştir. Depremlerin etkileri değerlendirilirken kütle hareketleri de dikkate alınmalıdır. Bu şekilde daha gerçekçi bir değerlendirme yapılabilir ve koruyucu önlemler daha gerçekçi olabilir. Jeolojik formasyonların su tutma veya geçirme özellikleri dikkatle incelenmeli, altta geçirimsiz üstte duraylılığını kaybetme niteliği olan birimlerde heyelan riski dikkatle irdelenmelidir.

Tepahan heyelanı insan ve çevre arasındaki ilişkinin çok hassas dengelere bağlı olduğunu gösteren önemli örneklerden biridir. İnsan ve çevre arasındaki hassas denge gözetilmeden yapılan müdahalelerin sonuçlarını işaret etmesi açısından da oldukça değerlidir. Arazinin doğal eğiminin insan etkisi ile (tarımsal amaçlı) bozulması oluşan heyelanın boyutları üzerinde önemli bir etkidir. Bu nedenle heyelan tehlikesi olan alanlarda bu tür çalışmalara izin verilmemelidir. Zira arazideki bilinçsiz insan müdahalesi çok büyük riskler doğurabilmektedir. Bu alan koruma altına alınmalı ve kamulaştırılmalıdır. Bu şekilde insanlara depremin tetiklediği kütle hareketlerinin anlatılması afet bilincinin oluşturulması açısından oldukça önemlidir.

Teşekkür

Çalışmanın değerlendirilmesindeki katkıları için Hakemlere ve Editör Kuruluna teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that they have no conflict of interest.*

Yazar katkısı/Author contribution

İ.D, T.U, İ.E ve Ö.Ç bu çalışmanın tamamlanmasına eşit oranda katkıda bulunmuşlardır. *İ.D, T.U, İ.E and Ö.Ç contributed equally in completing this study.*

Kaynakça

Allison, L. E., & Moodie, C. D. (1965). Carbonate. In C.A. Black et al. (Ed), *Methods of soil analysis, part 2, agronomy series, American Society of Agronomy Inc. U.S.A.*, (pp. 1379-1400). <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c40>

Anadolu Ajansı. (2023, Mart 06). *Deprem bölgesinde bir ayda 13 bin 753 artçı sarsıntı meydana geldi, asrın felaketi.* Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/asrin-felaketi/depem-bolgesinde-bir-ayda-13-bin-753-artci->

[sarsinti-meydana-geldi/2838324](https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.c40)

Bezdan, M. (2023). Antakya depremi. *Foto Atlas*, (1).

Bingöl, S. (2009). *Kahramanmaraş civarının depremselliğine ilişkin jeokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi].

<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Boulton, S.J., Robertson, A.H.F., & Ünlügenç, U.C. (2006). Tectonic and sedimentary evolution of the Cenozoic Hatay Graben, Southern Turkey: a two-phase model for graben formation. *Tectonic Development of The Eastern Mediterranean Region*, 260, 613-634.

<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2006.260.01.26>

Bouyoucos, G.J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 4(9), 434.

<https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005x>

Hungr, O. Evans, S.G., Bovis, M.J., & M. J., Hutchinson, (2001). A review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental & Engineering Geoscience*, VII(3), 221-238.

https://www.researchgate.net/profile/Michael-Bovis/publication/279333490_Review_of_the_classification_of_landslides_of_the_flow_type/links/570d4c8c08aed31341cf7684/Review-of-the-classification-of-landslides-of-the-flow-type.pdf

Ege, İ. (2011). Determination of fault morphology of Antakya-Kahramanmaraş depression area by using methods of Remote Sensing (RS) and Geographical Information Systems (GIS). *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 702-708. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.188>

Ege, İ. (2014). Antakya-Kahramanmaraş grabeninde aktif tektoniğe ait jeomorfolojik gözlemler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(26), 71-88. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/182884>

Ege, İ. (2022). *Amik Ovası ve yakın çevresinin jeomorfolojisi* (II. Basım). Kriter Yayınevi.

Lutgens, F. K., & TarBuck, E. J. (2013). *Genel jeoloji temel ilkeleri kavramlar* (C. Helvacı, Çev.). Nobel Akademik Yayıncılık.

Gökten, E., Çan, T., Özalp, S., & Yıldız, M. (2015). Deprem derinliği ve kütle hareketleri arasındaki bağlantı. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 35-42.

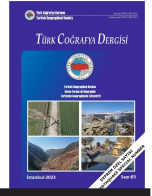
Herece, E. (2008). *Doğu Anadolu Fay (DAF) Atlası*. M.T.A. Genel Müdürlüğü.

Hoek, E., & Bray, J. (1974). *The role of jointing in rock slope stability*. IMM, London.

Vakov, A., (1996). Relationships between earthquake magnitude, source geometry and slip mechanism. *Tectonophysics*, 261(1-3), 97-113. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(96\)82672-2](https://doi.org/10.1016/0040-1951(96)82672-2)

Johnson, E., et al. (2016). *Liquefaction hazard and risk assessment*. Springer.

- Jones, R., & Williams, S. (2013). *Effects of earthquakes on buildings and structures*. Federal Emergency Management Agency. <https://www.usgs.gov/faqs/how-do-earthquakes-affect-buildings>
- King, G. C. P., Stein, R. S., & Lin, J. (1994). Static stress changes and the triggering of earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(3), 935-953. <https://doi.org/10.1785/BSSA0840030935>
- Lindsay, W. L., & Norwell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Öztürk, K. (2002). Heyelanlar ve Türkiye'ye etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 35-50. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gefad/issue/6765/91015>
- Selçuk, H. (1985). *Kızıldağ-Keldağ Hatay dolayının jeolojisi ve jeomorfolojik evrimi* (Rapor No. 7787). MTA. MTA Genel Müdürlüğü.
- Thomas, G.W. (1982). Exchangeable Cations. In A. L. Page (Ed), *Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties* (pp. 159-165). Madison, WI: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America.
- Ulusay, R., Gokceoglu, C., Topal, T., Sonmez, H., Tuncay E., Z., A., Ergüler, & Kasmer Ö. (2006). Assessment of environmental and engineering geological problems for the possible re-use of an abandoned rock-hewn settlement in Urguüp (Cappadocia), Turkey. *Environmental Geology*, 50(1), 473-494.



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye^{1 2}

Surface deformations caused by 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Gölbaşı Basin and their effects on settlements, Adıyaman/ Türkiye^{1 2}

Merve Sandıkçioğlu^{a*}  Ali Uzun^b  Belgin Sol^a  Serkan Sabancı^a 

^aSiirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Siirt, Türkiye.

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun, Türkiye.

ORCID: M.S. 0000-0002-7029-6156; A.U. 0000-0003-3854-2780; B.S. 0000-0002-6623-7903; S.S. 0009-0002-6008-5213

BİLGİ/INFO

Geliş/Received: 12.08.2023

Kabul/Accepted: 06.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Yüzey yırtılması
 Ötelenme
 Sıvılaşma
 Kütle hareketi
 Gölbaşı Havzası

Keywords:

Surface Rupture
 Offset
 Liquefaction
 Mass movement
 Gölbaşı Basin

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Sandıkçioğlu)

merve.sandikcioglu@siirt.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1342050



Atıf/Citation:

Sandıkçioğlu, M., Uzun, A., Sol, B., & Sabancı, S. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 87-99. <https://doi.org/10.17211/tcd.1342050>

ÖZ/ABSTRACT

Gölbaşı Havzası, Pazarcık ve Erkenek Segmentlerinin birleştiği alanda yer alan tektonik kökenli bir havzadır. Çalışmanın amacı, Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda meydana getirdiği yüzey deformasyonlarını ve bunların fiziki ve beşerî yapılar üzerindeki etkilerini incelemektir. Havza içinden yaklaşık GB-KD doğrultusunda geçen Pazarcık ve Erkenek fayları toplam 14 km boyunca izlenerek haritalanmıştır. Ayrıca deprem etkilerinin yerleşmelere göre dağılışı incelenmiştir. Verilerin görselleştirilmesinde ArcGIS 10.3.1 yazılımından faydalanılmıştır. Çalışma sahasında ötelenmeler, heyelanlar, küçük ölçekli çek-ayır (pull-apart) havzalar ve tektonik çöküntü gölcükleri (sag ponds) gözlenmiştir. Balkar'da ölçülen minik çek-ayır havzanın genişliği 15 m, uzunluğu ise 110 m'dir. Yüzey kırığı üzerinde gözlemlenen en büyük yanal ötelenme 430 ± 5 cm'dir. Sahada 100-200 cm arasında değişen düşey atımlar ölçülmüştür. Ayrıca depremin tetiklemesiyle yanal yayılma, kaya düşmeleri ve heyelan çatlakları oluşmuştur. Depremler nedeniyle kaynak suları kurumuş, yeni kaynaklar oluşmuş ve havza tabanında kum püskürmeleri meydana gelmiştir. Birikinti yelpazesi (alluvial fan) üzerinde kurulan Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşma nedeniyle bazı binalarda 2 m'ye varan oturmalar ve titlenmeler gözlenmiştir. Yeni yerleşmelerin planlanmasında diri fay hatlarından sakınılması ve sağlam ana kayaların seçilmesi, binaların zemin koşullarına uygun inşa edilmesi önerilmektedir.

Gölbaşı Basin is a tectonically originated basin located in the area where the Pazarcık and Erkenek segments junction. The aim of the study is to examine the surface deformations caused by the Kahramanmaraş earthquakes in the Gölbaşı Basin and their effects on physical and human structures. Pazarcık and Erkenek faults within the basin in an approximately SW-NE direction, were monitored and mapped for total of 14 km. Additionally, the distribution of earthquake effects according to settlements was examined. Data were mapped with ArcGIS 10.3.1 software. Offsets, landslides, small-scale pull-apart basins and sag ponds were observed in the study area. The small pull-apart basin measured in Balkar is 15 m wide and 110 m long. The longest lateral offset observed on the surface fracture is 430 ± 5 cm. In addition, vertical offsets were measured ranging from 100-200 cm. Lateral spreading, rockfalls and landslide cracks have occurred due to the trigger of the earthquake. Due to the earthquakes, the spring waters dried up and sand eruptions were formed. Due to liquefaction, sinks and tilts of up to 2 m have been observed in some buildings in the Gölbaşı centre, which was established on the alluvial fan. In the planning of new settlements, it is recommended to avoid active fault lines, choose solid bedrock, and construct buildings in accordance with ground conditions.

¹Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazar tarafından hazırlanan doktora tezinin bir bölümünü oluşturmaktadır. This study forms a part of the doctoral thesis prepared by the first author under the supervision of the second author.

²Bu çalışma 3. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. This study was presented as an oral presentation at the 3rd Istanbul International Geography Congress.

Extended Abstract

Introduction

Gölbaşı Basin (Adıyaman) is a basin of tectonic origin located at the junction of the Pazarcık and Erkenek Segments of the Eastern Anatolian Fault Zone (EAFZ). Administratively, it is mostly within the borders of Gölbaşı district of Adıyaman province. The basin is located on the EAFZ and due to the tectonic activity high probability of earthquakes. In fact, great earthquakes have occurred in the EAFZ and its immediate surroundings in the historical and instrumental periods. Paleo-seismological data showed that the youngest surface fractures dated in the Gölbaşı ve Türkoğlu segments correspond to the historical earthquakes in 1114 and 1513 (Karabacak et al., 2012: 369). The Gölbaşı Basin is one of the areas most affected by the 7.7 and 7.6 magnitude earthquakes that occurred on February 6, 2023. The basin is located at a distance of 65-97 km and 40-50 km, respectively, from the epicenters of these earthquakes. The aim of this study is to examine the surface deformations caused by the Kahramanmaraş earthquakes in the Gölbaşı Basin and their effects on physical and human structures.

Data and Method

After the earthquakes that took place on February 6, fieldwork was carried out for a total of 12 days, seven days between 17-24 February 2023 and five days between 12-16 April. Within the scope of the field studies carried out in February, total of 14 km of the surface rupture (Pazarcık and Erkenek Faults) was traced and its coordinates were taken and mapped. In addition, the distribution of the earthquake effect according to the settlements was examined. The offsets were measured with a measuring tape. In this study, it is traced surface rupture and offsets, pull-apart basins, and sag ponds were observed and measured. Mass movement triggered by earthquakes such as lateral spreading, rockfall and cracks of the landslide were mapped. In addition, the effect on the settlement of the earthquakes was investigated. In the Gölbaşı city center, located saturated water alluvial fan, some buildings sunk about two m because of liquefaction. Data were mapped with ArcGIS 10.3.1 software.

Results and Discussion

Earthquakes have resulted in significant deformations on the topography surface, surface deformations such as lateral and vertical offsets, landslides, pressure ridges, local depression areas, and significant destruction of human structures. The pull-apart basin formed in Balkar is 15 m wide and 110 m long. The longest lateral offset measured along the fault is 430 ± 5 cm. In addition, vertical offsets ranging from 100 cm to 200 cm were observed. Due to the earthquakes, the spring waters dried up, new springs were formed, railways buckled and mud volcanoes were formed at the base of the basin. Lateral spreading, landslide cracks and crevices and rockfalls have occurred in the study area due to the triggering of the earthquake. Small deltas in the lake collapsed towards the lake as a result of the lateral spreads along the southern shores of Gölbaşı Lake. In this area, which was measured on the shore of Gölbaşı Lake, approximately 6.45 ha area was underwater, and the shoreline

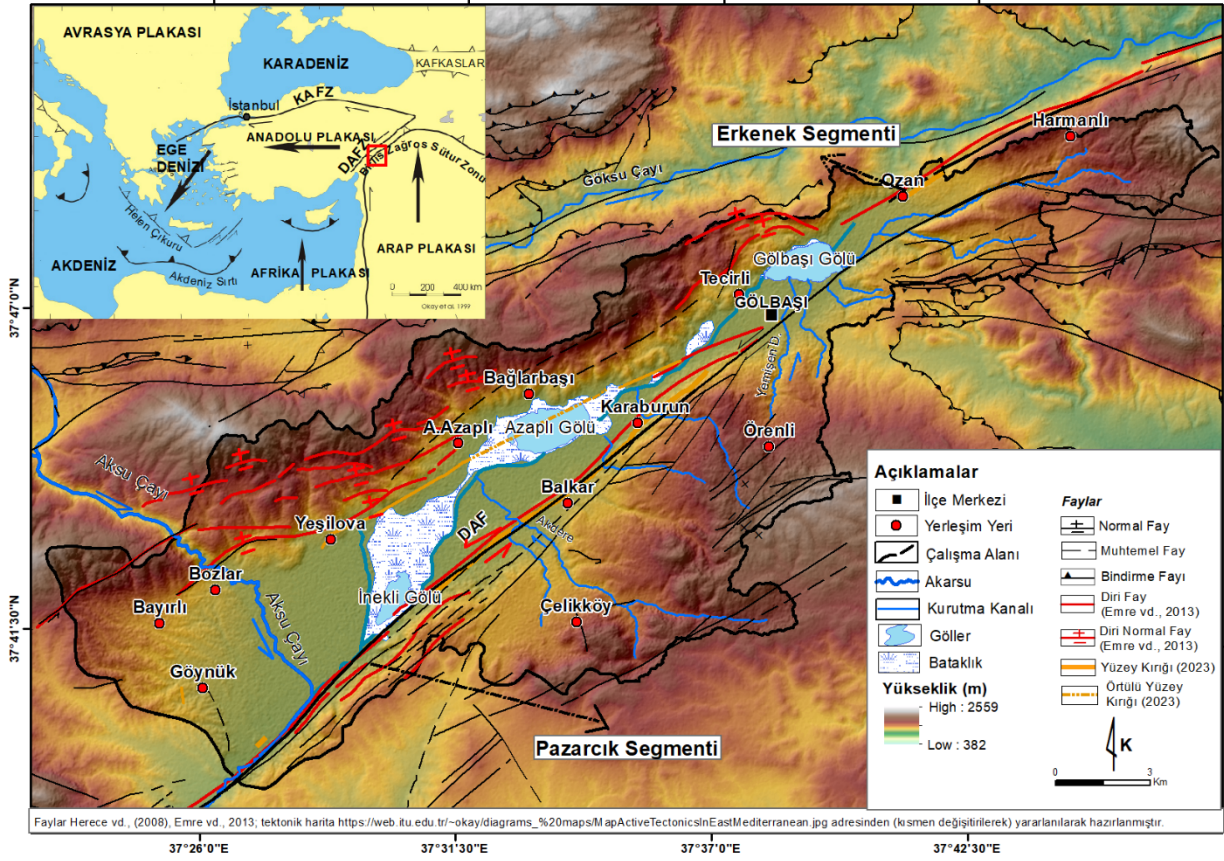
receded between 9 and 110 ± 5 m towards the land. Lateral spreadings around the lake have damaged agricultural areas, walking paths and infrastructure. The settlements where the destructive effect of the earthquake was observed are Gölbaşı center, Harmanlı, Aşağıazaplı, Bağlarbaşı and Yeşilova. The most important factors that increase the destructive effect of the earthquake in the basin are the deformations due to liquefaction and the establishment of settlements on the fault. Other important factors that increase the destructive effect are that most of the buildings in rural settlements are masonry buildings made of stone and adobe, the buildings are not built by the ground and they are not resistant to earthquakes. Due to liquefaction, settlements of up to 2 m were observed in some buildings in the Gölbaşı district center, which was established on the alluvial fan. Liquefaction was observed especially in Yeni Neighborhood, Yavuz Selim Neighborhood and Cumhuriyet Neighborhood. In particular, new and old reinforced concrete buildings that were not built in accordance with the ground and that were not resistant to earthquakes were severely damaged, demolished or sunk by earthquakes. Settlements such as Bayırlı and Başpınar – Abbasiye relatively less have been affected by the earthquake. The fact that the settlements are far from the fault, that they are located on solid bedrock, and that the buildings are relatively new, mostly one-two-floor, suitable for the ground and resistant to earthquakes have been effective in this situation. In order to be protected from the destructive effects of earthquakes, the surface rupture should be included in the zoning plans and construction should be allowed by considering the fault conservation distance. Some of the physical and human elements such as offset streams, roads, and tilted buildings from the deformations in the land should be protected in terms of education. In addition, the earthquake museum should be opened and the deformations in the field should be exhibited with photographs and models.

1. Giriş

Gölbaşı Havzası (Adıyaman), Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Pazarcık ve Erkenek Segmentlerinin birleştiği alanda yer alan tektonik kökenli bir havzadır. İdari olarak büyük oranda Adıyaman ilinin Gölbaşı ilçesi sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1).

Gölbaşı Havzası yer bilimleri açısından pek çok araştırmaya konu olmuştur (İmamoğlu, 1993; İmamoğlu & Gökten, 1996; Güneşli & Yüksel, 2006; Karabacak vd., 2012; Yönlü, 2012; Yönlü vd., 2012; Işık vd., 2015). Bu çalışmalar arasında neotektonik, morfolotektonik, deprensellik ve paleo-sismisite gibi konular öne çıkmaktadır.

Gölbaşı Havzası tarihsel dönemde şiddetleri IX ve X olan ve aletsel dönemde ve büyüklükleri 6.8 ve 6.0 olan yıkıcı depremlere sahne olmuştur (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2023a, b; Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2023a, b). Bu depremler Antakya, Maraş, Malatya, Adıyaman ve Gaziantep illerine bağlı birçok yerleşmeyi de etkilemiştir. Örneğin 1513 yılında meydana gelen depremden Tarsus, Adana ve Malatya; 1544'deki depremden Doğanşehir, Malatya, Besni, Antep, Adıyaman, Maraş ve Elbistan; 1893'teki depremden Malatya, Besni, Adıyaman ve 1905'teki depremden Malatya, Adıyaman, Besni, Antep ve Maraş'ın etkilendiği belirtilmiştir (Ambraseys,



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

1989: 316 - 328). Bunlardan 1114 ve 1513 depremleri Gölbaşı ve Türkoğlu segmentlerinde paleosismolojik verilerle de belgelenmiştir (Karabacak vd., 2012: 369). Bu depremlerden sırasıyla 510 ve 909 yıl sonra 6 Şubat 2023 depremleri meydana gelmiş, Gölbaşı Havzası da dâhil olmak üzere çok geniş bir alanı etkilemiştir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) verilerine göre 7.7 büyüklüğünde meydana gelen Pazarçık (Kahramanmaraş) depreminde Hatay-Sincik (Adıyaman) arasında yaklaşık 400 km yüzey kırığı meydana gelmiştir (Aksoy vd., 2023; Parlak vd., 2023). Merkez üssü Ekinözü (Kahramanmaraş) olan 7.6 büyüklüğündeki depremde ise Bayrakdar vd., (2023)'ne göre Çardak Fayının 105 km; Parlak vd., (2023)'ne göre ise 147 km yüzey kırığı meydana getirdiği belirlenmiştir. Aksoy ve arkadaşları, Çelikkhan'dan Balkar'a (Gölbaşı) doğru sol yanıl atımların düştüğünü, fayın Balkar civarında sola sıçrama yaparak genişlemeli deformasyon oluşturduğunu belirtmiştir (Aksoy vd., 2023).

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda meydana getirdiği yüzey deformasyonları ve beşerî yapılar üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu kapsamda topografik yapı, zemin özellikleri, fay hatlarına uzaklık ve binaların deprem dirençliliği gibi yöreye ait özellikler incelenmiş ve afetin boyutları ile ilişkileri irdelenmiştir.

Çalışma büyük kısmıyla arazi gözlem ve incelemelerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sırasında Pazarçık ve Erkenek fayları boyunca topografya yüzeyinde yanıl ve düşey ötelemler, minik çek-ayır havzalar ve tektonik çöküntü gölcükleri

oluştugu görülmüştür. Depremlerin bazı heyelanları tetiklediği ve bunlara bağlı olarak topografya yüzeyinde önemli değişimlerin olduğu, bazı yerleşmelerin de bu heyelanlardan etkilendiği anlaşılmıştır. Öte yandan, havzadaki binaların depreme karşı dayanıksız olduğu ve zemin koşullarına uygun olmadığı, bunun da can ve mal kaybını artırdığı anlaşılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depremlerinden sonra 17-24 Şubat 2023 ve 12-16 Nisan 2023 tarihlerinde toplam 12 gün saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Şubat ayında gerçekleştirilen saha çalışmaları kapsamında İneklı Gölü'nün güneybatısından Gölbaşı ilçe merkezine (Pazarçık fayı) ve Ozan yerleşmesinden kuzeydoğuya doğru olan sahada (Erkenek fayı) fay izi takip edilerek Garmin eTrex 10 GPS ile koordinatlar (UTM-WGS 84 37K) alınmıştır. Ötelenme miktarları şerit metre ile ölçülmüş ve ArcMap programında işlenmiştir. Haritalandırılan yüzey kırığı ile aynı koordinat değerlerine sahip Türkiye Diri Fay Haritasındaki faylar (Şaroğlu vd., 1987) karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Çalışma sahasındaki yerleşmelerin yıkılmış, yıkılacak, ağır hasarlı, orta hasarlı, az hasarlı ve hasarsız bina sayıları Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Adıyaman İl Müdürlüğünden ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2023)'ten temin edilmiştir. Yerleşmelere göre yıkık, acil yıkılacak ve ağır hasarlı bina sayıları, hasar tespiti yapılan toplam bina sayısına oranlanarak (%) tabloya dönüştürülmüş ve ArcGIS 10.3.1 yazılımı ile haritalandırılmıştır. Böylelikle binaların hasar durumlarına göre depremden en fazla etkilenen yerleşmelerin dağılışı ve sebepleri belirlenmeye çalışılmıştır.

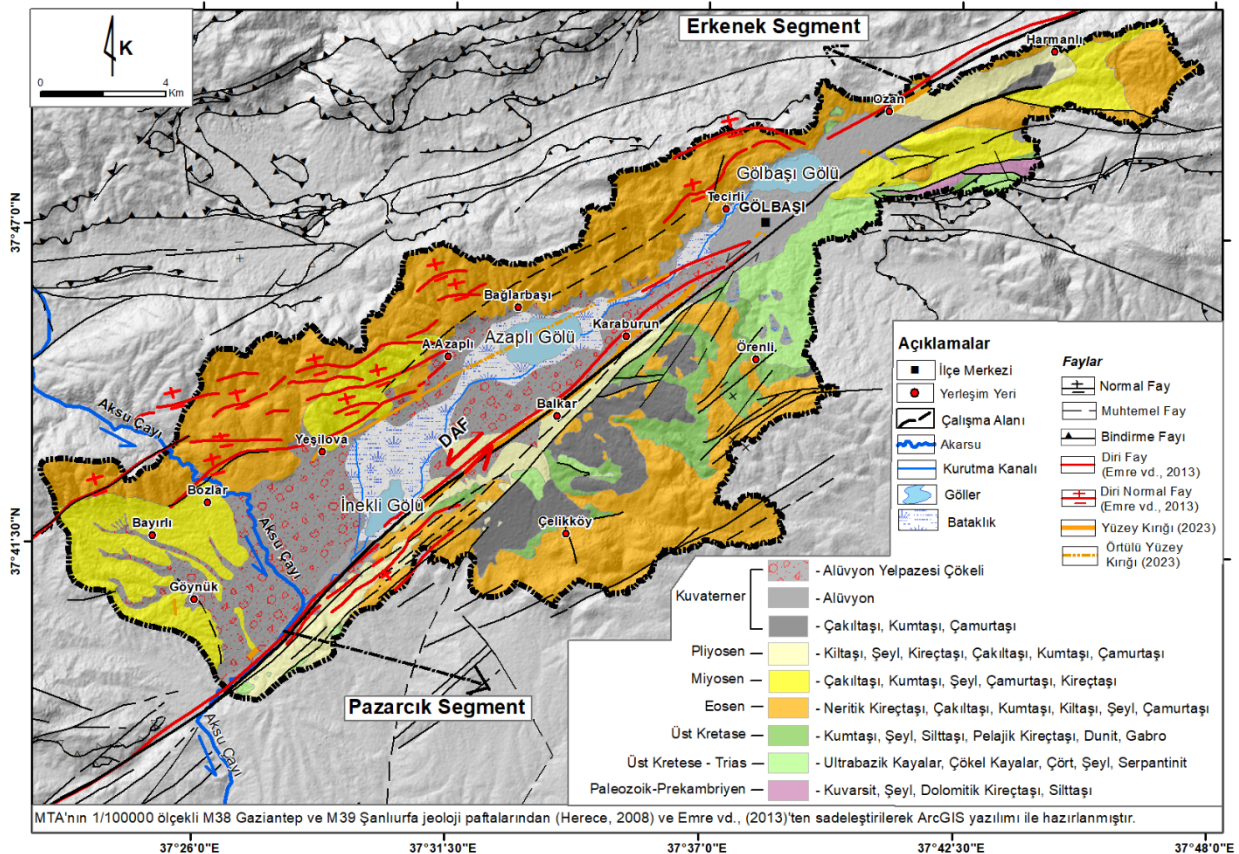
3. Bulgular

3.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney yönlü yaklaşması ve buna bağlı olarak Bitlis-Zağros Bindirme Kuşağı (BZBK) boyunca çarpışması ile Neotetis'in güney kolu kapanmış ve Anadolu'da Neotektonik dönem başlamıştır (Şengör & Yılmaz, 1981), (Şekil 1). Bu dönemde, Anadolu plakası sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile sol yanal atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF) arasında batıya doğru hareket etmeye başlamıştır (Şengör, 1980). Ayrıca, BZBK boyunca bindirmeler meydana gelmiş, Mesozoik ve Paleozoik yaşlı alloktan birimlerle Tersiyer yaşlı otokton birimler yan yana gelmiştir (Çoban & Dalkılıç, 2018), (Şekil 2).

Gölbaşı Havzası'nın da üzerinde geliştiği DAFZ doğuda Karlıova (Bingöl) dolaylarından başlayıp GB yönünde Akdeniz'e doğru uzanan bir fay kuşağıdır (Arpat & Şaroğlu, 1972; Işık vd., 2015). Bu fay zonu üzerinde farklı araştırmacılar çeşitli segmentler ayırmışlardır (Şaroğlu vd., 1987; Herece, 2008; Emre vd., 2013). Bunlardan Pazarcık ve Erkenek segmentleri Gölbaşı Havzası'nın şekillenmesinde etkili olmuştur. Bu iki fay segmenti bazı çalışmalarda farklı isimlerle de anılmıştır (Şaroğlu vd., 1987; Herece, 2008; Emre vd., 2013). Biz de yaygın kullanımları nedeniyle Pazarcık ve Erkenek isimlerini tercih ettik. Bu iki fay segmentinden Erkenek Fayı Gölbaşı Gölü'nün kuzeybatısındaki Ozan köyü civarından başlamakta ve kuzeydoğuya doğru devam etmektedir. Pazarcık fayı ise Gölbaşı Gölü'nün güneydoğusundan başlamakta, Karaburun ve Balkar köyleri üzerinden güneybatıya doğru devam etmektedir (Şekil 3). Bu faylar boyunca havza tabanı çökmüş, çevre dağlık alanlar yüksek eğimli yamaçlarla havza tabanından ayrılmıştır. Gölbaşı Havzası GB-KD doğrultu-

sunda 38 km uzunluğa ve KB-GD yönünde 20 km genişliğe sahiptir. Havza tabanının genişliği GB'dan KD'ya doğru azalmakta ve Harmanlı'da 1,5 km'ye kadar düşmektedir. Gölbaşı Havzası bazı yazarlara göre çek-ayır karakterli bir oluşuma sahiptir (Bircik, 1994; Herece, 2008). Bazı araştırmacılar ise, bu görüşe katılmamakta ve oluşumun fay kaması (fault wedge) şeklinde gerçekleştiğini ifade etmektedir (İmamoğlu, 1993; İmamoğlu & Gökten, 1996). Arazi çalışmaları sırasında, havzanın kuzey yamacı önünde, Karaburun'un kuzeyi ile Aşağıazaplı, Yeşilova arasında, göl ve bataklıkların örttüğü bölümler hariç, GB-KD yönlü bir yüzey yırtılması tespit edilmiştir. Bu yırtılma Herece (2008) ve Emre vd. (2013)'ün çalışmalarındaki faylarla uyumludur (Şekil 3). Ayrıca, deprem nedeniyle bu hat boyunca, Yeşilova-Aşağıazaplı-Bağlarbaşı arasında bazı yeni kaynaklar oluşmuş, bazı kaynakların suyu artmış, bazı kaynaklar ise kurummuştur. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, havzayı kuzeyden sınırlandıran ve şekillenmesinde rol oynayan bir fayın varlığı kabul edilmelidir. Bu yeni tespitler ve sahanın güneybatı yönünde genişleyen bir havza morfolojisine sahip olması, şekillenmede İmamoğlu (1993)'ün de belirttiği üzere, fay kaması tektoniğinin etkili olduğu söylenebilir. Gölbaşı Havzası'nda anakaya, farklı yaş ve özellikteki kayalardan oluşmaktadır. Havza tabanında Kuvaterner yaşlı alüvyal araziler geniş yayılış gösterirken, yamaçlara doğru çıkıldıkça Tersiyer, Mesozoik ve Paleozoik yaşlı birimlere geçilir (Şekil 2). Havza tabanında genç çökellerin varlığı ve taban suyunun yüksek olması, deprem sırasında zemin sıvılaşmasına bağlı yıkımların artmasına sebep olmuştur. Gölbaşı Havzası, uygun jeomorfolojik yapısı nedeniyle bölgenin önemli demiryolu ve karayollarının geçiş güzergâhları üzerinde yer alır. 6 Şubat depremleri sırasında bu ulaşım şebekeleri olumsuz etkilenmiştir. Ayrıca, havza tabanı gerek yüksek tarımsal potansiyeli ve gerekse ulaşım eksenlerinin olumlu etkisi ile



Şekil 2. Çalışma sahasının jeolojik haritası.

Figure 2. Geological map of the study area.

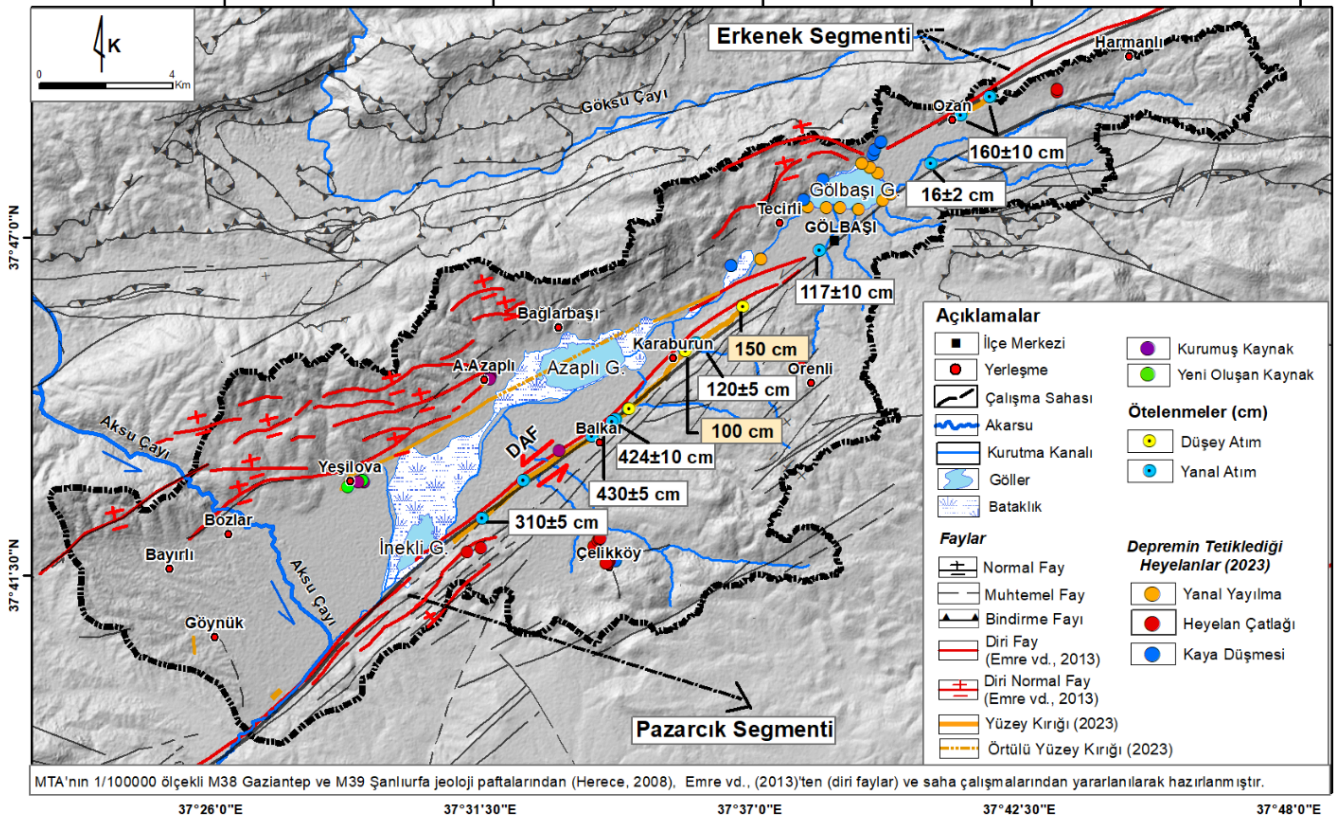
başta Gölbaşı ilçe merkezi olmak üzere, Karaburun, Balkar, Aşağıazaplı ve Yeşilova gibi yerleşmelere ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle alüvyon yelpazesi üzerine kurulan Gölbaşı yerleşmesi depremler sırasında zemin sıvılaşmasına uğramış, çökme, oturma, devrilme ve yan yatma şeklinde yıkımlar meydana gelmiştir. Bazı çok katlı binaların (kat sayısı beş ve üzeri) bir veya iki katlı olanlara nazaran sıvılaşmadan daha fazla etkilendiği gözlenmiştir. Gölbaşı ilçe merkezindeki yıkımların bir diğer sebebi ise bazı binaların doğrudan fay hattı üzerinde inşa edilmesi olmuştur. Benzer şekilde, deprem sonrası yapılan bazı çalışmalarda zemin sıvılaşmasına bağlı oturmaların yanında, zemin taşıma gücü yenilmelerinin yıkımlarda etkili olduğu belirtilmiştir (Gücek vd., 2023; Altunışık vd., 2023). Yamaçlara doğru çıkıldıkça, özellikle kireçtaşı gibi nispeten sağlam zeminler üzerinde kurulmuş olan yerleşmeler (depreme dirençsiz binalar hariç) ise depremlerden daha az zarar görmüştür.

3.2. Yüzeysel Deformasyonları

Arazi çalışmaları kapsamında, Pazarcık ve Erkenek faylarının havza içindeki toplam 14 km'lik bölümü takip edilmiştir. Yüzeysel kırıklarının MTA tarafından hazırlanan Diri Fay Haritasındaki faylarla tam olarak örtüşmediği ve biraz daha güneylerinden ve yaklaşık onlara paralel olarak devam ettiği görülmüştür (Şekil 3). İki kırık arasındaki fark Pazarcık Fayında Karaburun - Gölbaşı arasında yaklaşık 370 m'yi, Erkenek Fayında ise 250 m'yi bulmaktadır. Bu durum önceki haritanın ölçek hassasiyetinden ya da alüvyal zeminlerde eski yüzeysel kırığın zamanla izlerinin silinmiş olması ve haritalamanın morfolojik belirteçler takip edilerek yaklaşık olarak yapılmasından kaynaklanmış olabilir. Yeni imar planı hazırlanırken ve bunda fay sakinim mesafeleri belirlerken güncel yüzeysel kırığın dikkate alınması önemlidir.

Saha çalışmaları sırasında Pazarcık ve Erkenek fayları dışında, Yeşilova ve Aşağıazaplı köyü çevresinde yaklaşık KD-GB yönlü, Göynük köyü batısında ise yaklaşık K-G yönlü yüzeysel kırıklarının tespit edilmiştir. Bazı yüzeysel kırıklarında bazı minik çek-ayır havzalar ile küçük gölcükler oluşmuştur (Fotoğraf 1a, b). Örneğin Balkar yerleşmesi yakınlarında oluşan bir minik çek-ayır havza (Genişlik: 15, Uzunluk:110 m) içindeki ev kısmen zarar görmüştür. Yüzeysel kırığı boyunca akarsu yatakları ve yollarda kolayca izlenebilen yanal ve düşey atımlar gözlemlenmiştir (Fotoğraf 1c, d). Bunlardan en büyük yanal ötelenme 424 ± 10 cm - 430 ± 5 cm; en küçük yanal ötelenme ise 16 cm olarak ölçülmüştür (Fotoğraf 1d; Tablo 1). Ayrıca 100 cm ila 150 cm arasında değişen düşey atımlar ve yer yer de 335 cm'ye varan yarılımlar gözlemlenmiştir. Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşmaya bağlı olarak kum püskürmeleri oluşmuştur (Fotoğraf 1e). Depremler nedeniyle Balkar yerleşmesinde bir adet, Aşağıazaplı köyünde 100 m'lik hat boyunca dört adet su kaynağı kurummuştur. Yeşilova köyünde ise birkaç yıl önce kurummuş olan bir kaynak tekrar akışa geçmiş, mevcut kaynak sularının debileri yükselmiş ve yeni kaynaklar oluşmuştur (Şekil 3; 4f).

Çalışma sahasında depremin tetiklediği kütle hareketleri yanal yayılma, başlangıç halindeki heyelan çatlakları ve yarıkları ile kaya düşmesi şeklinde meydana gelmiştir (Şekil 3). Yanal yayılmalar Gölbaşı Gölü çevresinde gözlenmiştir. Gölbaşı Gölü'nün güney kıyıları boyunca depremin tetiklediği yanal yayılmalar sonucunda göl kıyısında Yemişen ve Kırkbayır derelerinin oluşturduğu küçük deltaalarda çökmeler meydana gelmiştir. Ölçümü yapılan bu alanda yaklaşık 6,45 ha alan su altında kalmış, kıyı çizgisi 9 ila 110 ± 5 m arasında karaya doğru gerilemiştir (Fotoğraf 2a). Bu nedenle eskiden üniversite yerleşkesi olan Gölbaşı su sporları merkezindeki binalar ve park alanının önemli bir



Şekil 3. Çalışma sahasındaki ötelenmelerin, heyelanların ve depremden etkilenen su kaynaklarının dağılışı.

Figure 3. Distribution of offsets, mass movements, and springs affected by the earthquakes.

kısmı su altında kalmıştır (Fotoğraf 2b). Ayrıca Gölbaşı Gölü çevresindeki özellikle gölün kuzeydoğusundan Gölbaşı Tabiat Parkı arasındaki sahada derinlikleri 2,20 m'yi ve genişlikleri ise 6 m'yi bulan yarıklar meydana gelmiştir (Fotoğraf 2a, c). Depremin tetiklediği heyelanlar tarım alanları, yürüyüş yolları, yerleşkeler ve altyapıya zarar vermiştir (Fotoğraf 2c). Heyelan çatlakları ve yarıkları Mimar Sinan Mahallesi (Gölbaşı), Örenli köyü yolu üzeri, Çelik köyü İstasyon mezarası çevresi, Yeni Mahalle (Har-

manlı) yolu üzeri ve Organize Sanayi Bölgesinde gözlenmiştir (Şekil 3; Fotoğraf 2d). Kaya düşmeleri ise yüksek eğim değerlerine sahip, bol çatlaklı kireçtaşı üzerinde meydana gelmiştir. Kaya düşmeleri Gölbaşı Gölü'nün batısındaki Tabiat Parkı yürüyüş yolu, Tecirli mezarasının ve Gölbaşı Gölü'nün kuzeydoğusunda, Harmanlı, Çelik köyü yakınlarında tespit edilmiştir (Şekil 3).

Tablo 1. Çalışma sahasında ölçülen ötelenmeler ve çek-ayır havzalar.
Table 1. Offsets and pull-apart basins measured in the study area.

Segment	Mevkii	Koordinat		Ötelenen unsur ve ötelenme türü	Atım miktarı (cm)	
		X	Y			
Pazarcık	Gölbaşı Merkez	380022	4182608	Kaldırım, yanal atım	117±10	
	Karaburun	376500	4179978	Kilit taşlı yol, yanal atım	120±5	
	Karaburun	377743	4180956	Düşey atım	150	
	Karaburun	376031	4179618	Düşey atım	100	
	Balkar	373901	4177537	Kilit taşlı yol, yanal atım	310±5	
	Balkar	374289	4177871	Küçük kanal, yanal atım	380±5	
	Balkar	374334	4177905	Düşey atım	165±5	
	Balkar	373826	4177483	Akarsu yatağı	424±10	
	Balkar		373553	4177280	Minik çöküntü gölleri (Sag ponds)	-
			373546	4177275		
			373535	4177265		
			373530	4177262		
	Balkar	373524	4177253	Küçük kanal	430±5 cm	
	Balkar		373168	4176975 4177045	Minyatür çek – ayır havza	
			373253			
	Balkar		373212	4177016	Çit	285±10
	Balkar		372592	4176660	Minyatür çek – ayır havza	
	Balkar – İstasyon mezarası arası		371153	4175700	Tren yolu	95±5
Balkar – İstasyon mezarası arası		371215	4175775	Minyatür çek – ayır havza	-	
İstasyon mezarası		369902	4174582	Akarsu yatağı	310±5	
Gölbaşı		383375	4185249	Yol çizgisi	16±2	
Erkenek	Ozan	384284	4186697	Ev ve merdiven basamağı	160±10	
	Ozan	385158	4187251	Ağaç sırası	160±10	



Fotoğraf 1. Çalışma sahasında meydana gelen yüzey deformasyonları: Balkar ve İnekli Gölü arasındaki küçük çek-ayır havza (a), Balkar'da tektonik çöküntü gölcüğü (b), Depremler nedeniyle yolda (c) ve dere yatağında (d) meydana gelen ötelenmeler, Aşağıazaplı köyünde kurumuş çeşme (e) ve Gölbaşı'nda oluşan kum püskürmesi (f).

Photo 1. Surface deformations in the study area: Small pull-apart basin between Balkar and İnekli Lake (a), sag pond in Balkar (b), offsets on road (c) and stream bed (d) due to the earthquakes, dried spring in Aşağıazaplı village (e) and sand eruption (f) formed in Gölbaşı.

3.3. Depremlerin İnsan ve Eserlerine Zararları ve Bunların Yerleşmelere Göre Dağılışı

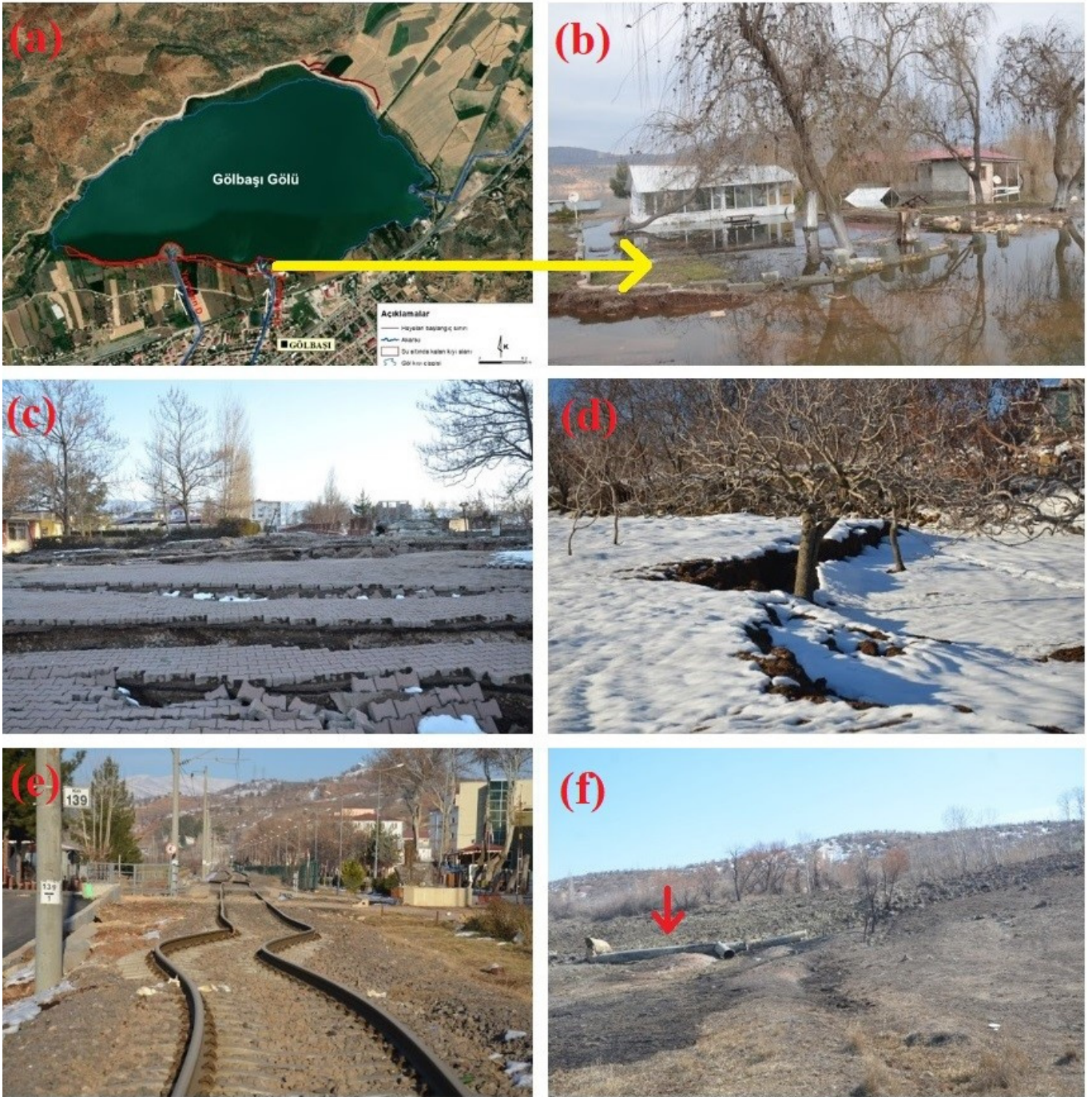
6 Şubat depremleri Gölbaşı Havzası'ndaki beşerî yapılar üzerinde ciddi yıkımlara sebep olmuştur. Bu kapsamda konutlar ve işyerleri çökmüş, elektrik, içme suyu ve kanalizasyon şebekeleri tahrip olmuş, demiryolu ve karayolu gibi altyapı sistemleri zarar görmüş ve doğal gaz boru hattı patlamıştır (Fotoğraf 2e, f).

Arazi çalışmaları, hastane kayıtları, AFAD verileri ve muhtarlar ile yapılan görüşmelere göre 6 Şubat depremlerinde Gölbaşı Havzası'nda toplam 367 kişi hayatını kaybetmiştir. En fazla can kaybı Gölbaşı ilçe merkezi (299) ile Harmanlı beldesinde (42)

meydana gelmiştir. Harmanlı yerleşmesinde iki kişi deprem esnasında sobanın devrilmesi ve kerpiç evde çıkan yangın nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Diğer yerleşmelerden yedisinde can kaybı meydana gelmezken diğer beş yerleşmede toplamda 26 kişi hayatını kaybetmiştir (Tablo 2).

Depremlerde yıkımları artıran başlıca sebepler arasında çoğu yerde binaların zemine uygun inşa edilmemesi, binaların deprem dirençlerinin zayıf olması ve faya yakınlık gibi özellikler olduğu anlaşılmıştır.

Saha gözlemleri sırasında, ciddi yıkımların meydana geldiği Gölbaşı ilçe merkezindeki Yenimahalle, Yavuz Selim, Fatih ve Cum-



Fotoğraf 2. Depremin tetiklediği heyelan (yanal yayılma) nedeniyle kıyı çizgisi değişen Gölbaşı Gölü (a) ve su altında kalan yerleşme (b), Gölbaşı Gölü kıyısındaki su sporları merkezi alanındaki yanıl yayılma (c) ve Örenli köyü yolu üzerinde heyelan taç kısmı (d), depremden etkilenen tren rayları (e), doğalgaz boru hattı (f).

Photo 2. Gölbaşı Lake, whose coastline has changed due to the landslide (lateral spreading) triggered by the earthquakes (a), the damaged settlement (b), lateral spreading in the water sports centre area on the shore of Gölbaşı Lake (c) and landslide crown crack on the road to Örenli village (d), railway lines buckled during the earthquake (e) and natural gas pipeline affected by the earthquake (f).

huriyet mahallelerinde zeminin alüvyal çökellerden oluştuğu ve yıkımların genellikle zemin sıvılaşmasına bağlı olarak meydana geldiği görülmüştür (Fotoğraf 3a, b). Benzer şekilde alüvyal zeminlerde inşa edilen birçok köy yerleşmesinde de binaların zarar gördüğu belirlenmiştir. Buna karşılık, nispeten sağlam zeminler üzerinde inşa edilen Bayırlı, Başpınar - Abbasiye (Bozlar) ve Çelik gibi yerleşmeler depremi hafif hasarlarla atlattır (Tablo 3).

Binaların depreme dirençsiz olması da yıkımların boyutunu artırmıştır. Nitekim arazi gözlemleri sırasında mühendislik kurallarına uyulmadan inşa edilen zayıf dirençli binaların çöktüğu ya

Tablo 2. Çalışma sahasındaki can kaybı.

Table 2. Loss of life in the study area.

Yerleşme	Can kaybı	Yerleşme	Can kaybı
Gölbaşı Merkez	299*	Karaburun	4
Aşağıazaplı köyü	7	Ozan	4
Bağlarbaşı köyü	0	Tecirli Mezrası	0
Yeşilova	5	Örenli	0
Balkar	0	Bozlar	6
Çelikköy	0	Göynük	0
Harmanlı (Yenimahalle ve Cumhuriyet Mahalleleri)	42	Bayırlı	0
Toplam can kaybı			367

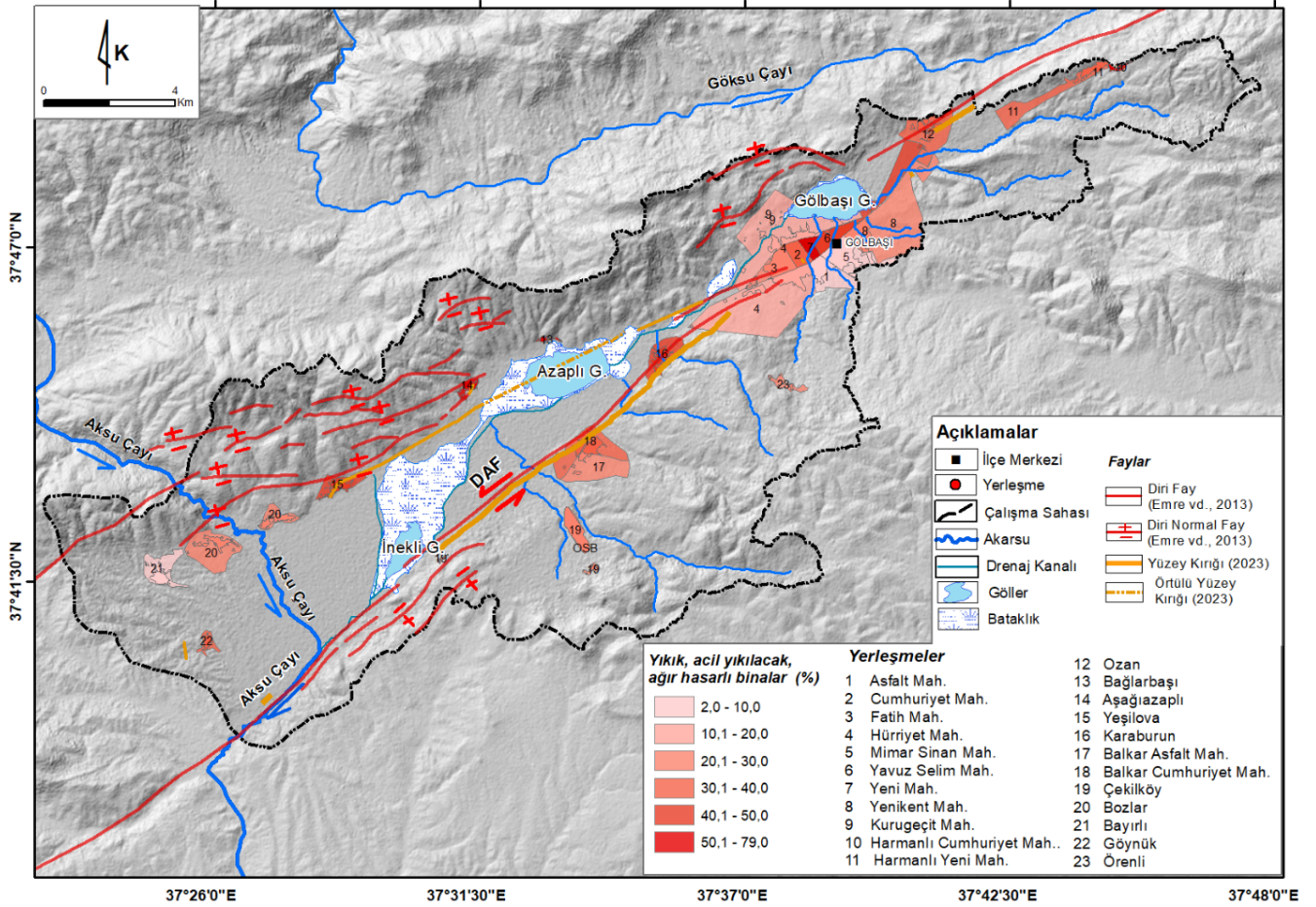
Tablo 3. Yerleşmelerin hasar sayıları ve oranları.

Table 3. Damage numbers and rates of the settlements.

Yerleşme	Toplam bina sayısı	Hasar tespiti yapılan toplam bina sayısı	Yıkık - acil yıkılacak	Yıkık, acil yıkılacak, ağır hasarlı	Orta hasarlı	Az hasarlı- hasarsız	Yıkılmış-acil yıkılacak-ağır hasarlı (%)	Orta hasarlı(%)	Az hasarlı- hasarsız (%)	Toplam (%)
1 Asfalt mahallesi	585	553	8	40	6	507	7	1	92	100
2 Cumhuriyet mahallesi	715	709	80	276	61	372	39	9	52	100
3 Fatih mahallesi	825	793	29	208	22	563	26	3	71	100
4 Hürriyet mahallesi	640	595	30	107	42	446	18	7	75	100
5 Kurugeçit mahallesi	428	383	13	64	12	307	17	3	80	100
6 Mimar Sinan mahallesi	721	675	17	66	33	576	10	5	85	100
7 Yavuz Selim mahallesi	444	429	39	188	9	232	44	2	54	100
8 Yeni mahalle	674	634	57	343	69	222	54	11	35	100
9 Yenikent mahallesi	507	459	8	108	79	272	24	17	59	100
10 Aşağıazaplı köyü	197	190	26	100	5	85	53	3	45	100
11 Bağlarbaşı köyü	39	37	3	20	3	14	54	8	38	100
12 Yeşilova	211	207	31	98	4	105	47	2	51	100
13 Balkar	717	674	77	196	32	446	29	5	66	100
14 Çelikköy	172	149	7	37	7	105	25	5	70	100
15 Harmanlı	606	527	194	287	16	224	54	3	43	100
16 Karaburun	372	359	90	156	15	188	43	4	52	100
17 Ozan	353	311	49	114	15	182	37	5	59	100
18 Örenli	47	38	0	11	1	26	29	3	68	100
19 Göynük*	92	92	4	37	3	52	40	3	57	100
20 Bayırlı*	317	250	1	6	18	226	2	7	90	100
21 Bozlar*	501	487	49	122	14	351	25	3	72	100
Toplam	9163	8551	812	2584	466	5501				

Not/ Annotation: 1-9 arasındaki mahalleler Gölbaşı ilçe merkezinde yer almaktadır. Neighborhoods 1-9 are located in Gölbaşı district center.

Kaynaklar/ References: Hasar tespit sayıları Adıyaman Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, (2023) ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2023) (* Göynük, Bayırlı, Bozlar'a ait veriler) kaynaklarından alınmıştır; oranlar hesaplanmış ve tabloleştirilmiştir. The data of damage assessment number were obtained from Adıyaman Provincial Directorate of Environment, Urbanization and Climate Change, (2023) and Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, (2023), (* Data of Göynük, Bayırlı, Bozlar); ratios were calculated and presented in a table.



Şekil 4. Yıkık ve ağır hasarlı bina hasar durumlarının yerleşmelere göre dağılışı.

Şekil 4. Distribution of collapsed and severely damaged buildings by settlement.



Fotoğraf 3. Yerleşmelerde yıkılan ve hasar gören binalar: Sivilleşme nedeniyle binaların devrilmesi (a) ve zemine batması (b), Ozan yerleşmesinde yığma taş bina (c), Harmanlı'da yıkık kerpiç ev (d), Gölbaşı merkezde taşıyıcı unsurların dağılması ile yıkılan bir bina (e), Karaburun'da fayın üzerine inşa edilen ve faydan etkilenen betonarme bina (f).

Photo 3. Buildings destroyed and damaged in the settlements: toppling (a) and sinking (b) the building due to liquefaction, the masonry stone in Ozan settlement (c), ruined adobe building in Harmanlı (d), in Gölbaşı centre a building collapsed due to the failure of columns (e), reinforced concrete buildings affected by the fault in Karaburun (f).

da ağır hasar aldığı, yeterli mühendislik hizmeti almış az katlı ve betonarme binaların ise zarar görmediği ya da hafif hasarlarla depremi atlattığı görülmüştür. Nitekim yıkılan ya da ağır hasar alan, özellikle kırsal alanlardaki binaların genellikle eski ve yığma duvar şeklinde inşa edildiği ve taşıyıcı sistemlerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Fotoğraf 3c, 7d). Ayrıca şehir merkezindeki bazı binaların da yumuşak kat nedeniyle çöküğü, bazı binaların ve cami minarelerinin sağlam binaların üzerine devrildiği görülmüştür (Fotoğraf 3e). Depremin zararlarını artıran bir diğer faktör ise fay hatlarına yakınlık olmuştur. Özellikle yüzey kırıkları üzerine denk gelen binalar depremden olumsuz etkilenmiştir (Fotoğraf 3f).

Buna karşılık yüzey kırıklarından en az 20 – 25 m uzaklıkta yer alan ve dayanıklı olarak inşa edilen binanın herhangi bir hasar

almadığı gözlenmiştir.

Havzada 6 Şubat depremlerinde hasar tespiti yapılan 8551 binadan 2584'ü deprem esnasında yıkılmış, acil yıkılacak ve ağır hasarlı iken 466'sı orta hasarlı, 5501'i ise az hasarlı ve hasarsız olarak kaydedilmiştir (Tablo 3). En çok yıkıma uğrayan yerleşmeler %50'yi geçen oranlarla Yenimahalle, Harmanlı, Bağlarbaşı ve Aşağıazaplı köyleri olmuş; bunları Yeşilova, Karaburun, Göynük ve Ozan köyleri takip etmiştir (Tablo 3; Şekil 4).

Depremlerden daha az etkilenen yerleşmeler ise, Gölbaşı ilçe merkezinde Asfalt, Mimar Sinan ve Kurugeçit mahalleleri, kırsal alanlarda ise Bayırlı, Bozlar ve Çelik köyleri olmuştur (Tablo 3; Şekil 4).

4. Tartışma ve Sonuç

6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Gölbaşı Havzası'nda önemli yıkımlara can ve mal kayıplarına sebep olmuştur. Özellikle havza içinden geçen Pazarcık ve Erkenek Fayları boyunca topografya yüzeyinde önemli yırtılmalar ve beşerî yapılar üzerinde önemli hasarlar meydana gelmiştir. Örneğin onlarca kilometrelerce devam eden yüzey kırıkları, bu kırıklar boyunca düşey ve yanal atımlar, minik çek ayır havzalar ve heyelanlar meydana gelmiştir. Bunlara ek olarak yöredeki bazı kaynak sularının kurduğu, bazı yeni kaynakların oluştuğu, geçmişte kuruyan bazı kaynak sularının yeniden su akıtmaya başladığı ve bazı kaynakların sularının çoğaldığı anlaşılmıştır. Ayrıca, havza tabanındaki tarlalarda yarım m'ye varan çökmeler, göller ve sulak alanların su seviyelerinde mevsim normallerinden fazla yükselmeler gözlemlenmiş, göl alanı genişlemiş tarım alanları su altında kalmıştır. Ayrıca konutlar ve işyerleri yıkılmış, elektrik, içme suyu ve kanalizasyon şebekeleri tahrip olmuş, doğalgaz boru hattı, demiryolu ve karayolu gibi altyapı sistemleri zarar görmüştür. Başta Gölbaşı ilçe merkezi olmak üzere, alüvyal dolgular üzerinde inşa edilen binalar zemin sıvılaşması ve buna bağlı zeminin taşıma gücünü kaybetmesi nedeniyle çökmüş, bazı binalar devrilmiş ve çok ciddi can ve mal kayıpları meydana gelmiştir. Mühendislik hizmeti alınmadan yapılan eski yağma yapılar da depremlere dayanamamış ve çoğunlukla çökmüştür. Deprem sırasında 367 kişi hayatını kaybetmiş, 2584 bina deprem esnasında yıkılmış ağır hasar, 466'sı orta hasar almış, 5501'inin ise az hasarlı ve hasarsız olduğu anlaşılmıştır.

Gölbaşı Havzası'nda yıkımları artıran başlıca sebepler arasında zemin sıvılaşması, binaların yağma olması, çoğu yerde binaların zemine uygun inşa edilmemesi, binaların beton kalitesinin düşük olması, deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmemesi ve kolonların kesilmesi nedeniyle deprem dirençlerinin zayıf olması ve fayın yerleşmeden geçmesi gibi özellikler olduğu anlaşılmıştır. Nitekim 1999 depreminde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Turoğlu, 2004: 72).

Arazi gözlemleri sırasında havzanın kuzey yamacı önünde, Karaburun'un kuzeyi ile Yeşilova arasında, göl ve bataklıkların örtüldüğü bölümler hariç, GB-KD yönlü bir yüzey yırtılması tespit edilmiştir. Bu yüzey kırığı, Herece (2008) ve Emre vd. (2013)'ün çalışmalarındaki faylarla da uyumludur (Şekil 3). Ayrıca, deprem nedeniyle Yeşilova- Aşağıazaplı-Bağlarbaşı arasında bazı yeni kaynaklar oluşmuş, bazı kaynakların suyu artmış, bazı kaynaklar ise kurummuştur. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, havzayı kuzeyden sınırlandıran ve şekillenmesinde rol oynayan bir fayın varlığı kabul edilmelidir. Bu yeni tespitler ve sahanın güneybatı yönünde genişleyen bir havza morfolojisine sahip olması, şekillenmede İmamoğlu (1993)'ün de belirttiği üzere, fay kaması tektoniğinin etkili olduğu söylenebilir.

Saha çalışmalarında dikkati çeken önemli hususlardan biri de deprem sırasında oluşan yüzey kırığının Türkiye Diri Fay Haritası (Emre vd., 2013) ile tam olarak örtüşmemesidir (Şekil 3, 4). Bu durum alüvyal dolgunun fayı örtmesinden kaynaklanmış olmalıdır. Bu nedenle alüvyal örtülü alanlarda fay sakınım mesafelerinin daha geniş tutulması önemlidir. Esasen, ilgili literatürde doğrultu atımlı faylarda fay sakınım bantlarının en az 40 m (20+20 m), en çok 100 m (50+50 m) olması gerektiği ifade edilmiştir (Gürboğa vd., 2016). Yeni yapılaşma alanlarında bu du-

rumun göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

Gölbaşı Havzası DAFZ üzerinde yer alması nedeniyle, geçmişte olduğu gibi gelecekte de depremler yaşanacaktır. Bu nedenle aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gelecekteki olası depremlerin zararlı etkilerinin en aza indirilmesinde katkı yapabilir:

- Depremin yıkıcı etkilerinden kaçınmak için faya belli mesafeye kadar yapılaşmamak önem taşımaktadır. Bu açıdan fayın geçtiği Gölbaşı, Karaburun, Balkar, Ozan gibi yerleşmelerde güncel fay hatları imar planlarına işlenmeli ve faydan sakınım mesafesi dikkate alınarak inşaata izin verilmelidir. Fay sakınım mesafesi içinde kalan alanlar ise, yeşil alan olarak değerlendirilebilir.
- Gölbaşı ilçe merkezinde sıvılaşma riski bulunan alanlarda zorunlu değilse inşaata izni verilmemelidir. Zorunlu hallerde ise zemin etütleri yapılmalı, zemin iyileştirilmeli ve binalara kat sayısı sınırlaması getirilmelidir.
- Binalar deprem yönetmeliğine uygun yapılmalı ve yapılan binalar ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından denetlenmelidir.
- Arazideki deformasyonlardan bazıları örneğin, yanal ötelenmiş akarsu, yol, devrilmiş bina gibi fiziki ve beşerî unsurlardan birkaçı eğitim açısından korunmalıdır. Ayrıca deprem müzesi açılarak sahadaki deformasyonlar fotoğraf ve maketlerle sergilenmelidir. Bu halkın bilinçlenmesi ve deprem hafızasının canlı kalması açısından önem taşımaktadır.
- Balkar beldesinde acil toplanma alanı olarak belirlenen sahadan fayın geçtiği gözlenmiştir. Toplanma alanları gibi güvenli alanların seçiminde afet tehlikesi olan alanlardan kaçınılmalıdır.

Çıkar Çatışması/ Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

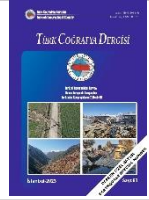
Yazar Katkısı/ Author Contribution: Çalışma konsepti M.S. ve A.U. tarafından belirlenmiştir. Saha çalışması ve verilerin toplanması M.S., B.S., S.S. tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale yazımı diğer yazarlar ile istişare edilerek M.S. tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale A.U. tarafından eleştirel bir şekilde okunarak gerekli düzeltmeler yapılmış ve sadeleştirilmiştir. *The study concept was determined by M.S. and A.U. Fieldwork and data collection were conducted by M.S., B.S., and S.S. The article was written by M.S. in consultation with other authors. A.U. critically reviewed the article, made necessary corrections, and simplified it.*

Teşekkür ve Katkı Belirtme: Bu çalışma 123D066 numaralı TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. 17-24 Şubat 2023 tarihindeki arazi çalışmalarındaki destekleri nedeniyle Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü öğretim elemanı Dr. Öğretim Üyesi İbrahim Ülgen'e teşekkür ederiz. *This study has been supported within the scope of the TÜBİTAK 1002-C Emergency Support Program for Field Studies Focused on Natural Disasters, with project number 123D066. We extend our thanks to Dr. İbrahim Ülgen, faculty member at the Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Siirt University, for his participation in the fieldwork conducted between February 17th and 24th, 2023.*

Kaynakça

- Adıyaman Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2023). 16.04.2023 tarihli kesinleşmemiş hasar tespit verileri.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023a). *Tarihsel dönem deprem kataloğu (2000 BC-1900 AD)*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://dep-rem.afad.gov.tr/event-historical>
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2023b). *Aletsel dönem deprem kataloğu (1900-Günümüz $M \geq 4.0$)*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://dep-rem.afad.gov.tr/event-instrumental>
- Aksoy, E., Akgün, E., Softa, M., Kocbulut, F., Sözbilir, H., Tatar, O., & Erol, S. C. (2023). 6 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) depreminin Doğu Anadolu Fay Zonu Erkenek ve Pazarcık segmentleri üzerindeki etkisi: Çelikhan-Gölbaşı (Adıyaman) arasından gözlemler. *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 5(1), 85-104. <https://doi.org/10.46464/tdad.1280408>.
- Altunışık, A.C., Günaydın, M., Yurdakul, M., Demirkaya, E., Nas, M., Adanur, S., vd. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık $M_w = 7.7$ ve Elbistan $M_w = 7.6$) depremleri ve artçıları, saha gözlemlerini, yapısal hasarlarını ve ileriye yönelik önerilerini içeren değerlendirme raporu. <https://www.ktu.edu.tr/tr/haber/ktuden-deprem-raporu>.
- Ambraseys, N. N. (1989). Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophysical Journal International*, 96(2), 311-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1989.tb04453.x>.
- Arpat, E. & Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler. *MTA Dergisi*, 78, 33-39. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/598799>.
- Bayrakdar, C., Halis, O., Canpolat, E., Döker, M. F., & Keserci, F. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi ($M_w 7.6$) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 83, 7-22. <https://doi.org/10.17211/tcd.1281680>
- Biricik, S. A., (1994). Gölbaşı Depresyonu. *Türk Coğrafya Dergisi*, 29, 53-81. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tcd/issue/21258/228165>.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *Hasar tespit sorgulama*. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://hasartespit.csb.gov.tr/>
- Çoban, M. & Dalkılıç, H. (2018). *1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Şanlıurfa M39 Paftası*, no: 262, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H. & Şaroğlu, F. (2013). *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası*, Özel Yayın Serisi-30, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara. ISBN: 978-605-5310-56-1.
- Gücek, S., Afacan, K. B., & Zorluer, İ. (2023). 6 Şubat 2023 depremleri sonrası zemin büyütmesi ve sıvılaşma gerçeği: An-takya, Gölbaşı, Türkoğlu örnekleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(3), 740-752. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1298648>.
- Güneyli, H. & Yüksel, Ö. (2006, 2-4 Kasım). *Doğu Anadolu Fay Sistemi, Gölbaşı-Türkoğlu segmentinin paleosismitiyesi: Ön sonuçlar* [Konferans sunum özeti]. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir. <http://web.deu.edu.tr/atag10/pdf/25-atag10-guneyli.pdf>.
- Gürboğa, Ş., Gökçe, O., & Tüfekçi, M. K. (2016). Türkiye’de yüzey faylanması tehlikesinin değerlendirilmesi ve fay sakinim bantlarının oluşturulması. *Doğal Kay. ve Eko. Bült.*, 29-45. https://www.mta.gov.tr/dosyalar/images/dog-alkaynaklar/makaleler/447/tr_20221024112929_447_4_6e69e665.pdf
- Herece, E. (2008). Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası (Özel yayın serisi-13). *Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, Ankara*.
- İşık, V., Seyidoğlu, G., Çağlayan, A., Herece, E. & Mutlu, H. (2015). *Doğrultu Atımlı Ana Fay Zonlarının yapısal analizi ve yaşlandırılması: Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonunda çalışmalar*. 111Y227. TÜBİTAK. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/proje/ara?q=Do%4C%9Fru%4C%9B1m%4C%B1+Ana+Fay+Zonlar%4C%B1n%4C%B1n+yap%4C%B1sal+analizi+&searchName=>
- İmamoğlu, M. Ş., (1993). *Gölbaşı (Adıyaman) – Pazarcık – Narlı (K.Maraş) arasındaki sahada Doğu Anadolu Fayı’nın Neotektonik incelenmesi* (Yayın no. 29900) (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü). YÖK Tez Merkezi.
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2023a). *Kandilli Tarihsel Depremler*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/tarihsel-depremler/>. Erişim Tarihi: 25.04.2023.
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. (2023b). *Büyük Depremler*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem – Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/> Erişim Tarihi: 25.04.2023.
- Karabacak, V., Akyüz, H. S., Kıyak, N. G., Altunel, E., Meghraoui, M. & Yönlü, Ö. (2012). *Doğu Anadolu Fay Zonu’nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) arasındaki kesimin Geç Kuaterner aktivitesi*. 109Y043. TÜBİTAK.
- Parlak, O., Yavuzoğlu, A., Bayrak, A., Karayazı, O. & Olgun, Ş. (2023). 06 Şubat 2023 Ekinözü (Kahramanmaraş) Depremi ($M_w 7,6$) saha gözlemleri ve ön değerlendirmeler. *MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi* 3, 81-98. <https://www.mta.gov.tr/mtayerbilimleri/article/show/56.html>.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. & Boroy, A. (1987). *Türkiye’nin Diri Fayları ve Depremsellikleri* (Yayın no. 8174). MTA.

- Şengör, A.M.C. (1980). *Türkiye'nin Neotektoniği'nin esasları*. Türkiye Jeoloji Kurumu.
- Şengör, A. M. C. & Yılmaz, Y. (1981). *Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach*. *Tectonophysics*, 75(3-4), 181-241. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(81\)90275-4](https://doi.org/10.1016/0040-1951(81)90275-4)
- Turoğlu, H. (2012). Zemin sıvılaşmasının 17 Ağustos 1999 depremde Adapazarı'ndaki hasara etkisi. *Coğrafya Dergisi*, 12, 63-74. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/231194>.
- Yönlü, Ö. (2012). *Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) arasındaki kesiminin Geç Kuvaterner Aktivitesi* (Yayın no. 317848) [Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Tez Merkezi.
- Yönlü Ö., Altunel E., Karabacak V. & Akyüz H.S. (2012). Evolution of the Gölbaşı Basin and its implications for the long term fault offset on the East Anatolian Fault Zone, Turkey. *Journal of Geodynamics*, 65, 272-281. [ps://doi.org/10.1016/j.jog.2012.04.013](https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.04.013).



Kahramanmaraş depremlerinin demografik ve ekonomik etkilerinin coğrafi analizi

Geographical analysis of demographic and economic impacts of Kahramanmaraş earthquakes

İrfan Kaygalak^a * 

^a Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Balıkesir, Türkiye.

ORCID: İ.K. 0000-0003-3051-6414

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 26.06.2023

Kabul/Accepted: 08.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Kahramanmaraş
depremi
Doğal afetler
Coğrafya
İller arası bağlantısallık
Ekonomik bağlantısallık

Keywords:

Kahramanmaraş
earthquake
Natural disasters
Geography
Interprovincial
connectivity
Economic connectivity

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(İ. Kaygalak) irfan.kaygalak@balikesir.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1320312



Atrf/Citation:

Kaygalak, İ. (2023). Kahramanmaraş depremlerinin demografik ve ekonomik etkilerinin coğrafi analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 101-114.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1320312>

ÖZ / ABSTRACT

Bu çalışma 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depremlerinin ekonomik ve demografik etkilerinin mekânsal boyutunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. Deprem bölgesindeki illerin demografik ve ekonomik ilişkilerinin coğrafi boyutunun, depremin etkilerini ve sonuçlarını daha iyi anlamak açısından gerekli olduğunu savunmaktadır. Bu amaçla illerin doğum yeri nüfuslarından hareketle demografik bağlantısallıklarının; iller arası ticaret verilerinden hareketle de ekonomik bağlantısallıklarının coğrafi boyutunu analiz etmektedir. Sosyal ağ analizi tekniklerini kullanan çalışma, bu sayede deprem bölgesindeki her bir ilin ülkedeki iller arası ağ içindeki konumunu haritalandırarak resmetmektedir. Çalışmanın bulguları deprem bölgesindeki illerin bu ağsallık içindeki konumlarının çok farklılaştığını göstermektedir. Söz konusu bu farklılaşmanın ise onların deprem sonrası kayıp ve uyum süreçlerine etki etmesi beklenmektedir. Bu nedenle illerin demografik ve ekonomik bağlantısallığının coğrafi boyutunun, deprem sonrası yaşanabilecek olası göç, kentleşme, nüfus hareketliliği ve ekonomik coğrafi kaymalara ışık tutabileceğini ileri sürmektedir.

This study aims to analysis spatial dimension of economic and demographic impacts of Kahramanmaraş earthquakes on February 6, 2023. It defends geographical extend of demographic and economic relations of the provinces is necessary for a better understanding of impact and results of the earthquakes. Departing from this motivation, the study analyses spatial dimension of demographic connectivity of the provinces by deploying their birth place population while their geographical dimension of economic connectivity is analyzed by deploying inter provincial trade amount. Doing all these by using social network analysis techniques, it depicts position of the earthquake victim provinces in total national network in terms of aforementioned demographic and economic connectivity. Findings of the study prove that position of the provinces differs very much in that network. And this differentiation is expected to affect their losses and adaptation processes after the earthquake. Therefore, the study claims that geographical dimension of demographic and economic connectivity of provinces may shed light on probable migration, urbanization, mobility and spatial shift of economy after the natural disaster.

Extended Abstract

Introduction

Pazarçık and Elbistan earthquakes, happened on February 6, 2023, have reminded us that natural hazards and disasters partially are social construction. Disasters happen not because of natural processes themselves but human intervention. What makes natural functioning to disaster is problematic adaptations and interventions of human to the nature (Hewitt, 1998; Singh, 2015). Therefore from perspective political ecology disasters and hazards are traps which people construct and fall into by their economic, cultural and politic relations (Gould, Garcia & Remes, 2016). Taking into consideration that fact, it should not be forgotten that solutions and rehabilitation processes of disasters too, are depended at large extent to these relations. In these regard relational position of settlements and localities is critical in terms of hazards' impacts and losses. Moreover, this relational position affects their bouncing back speed and resilience. From this point of view, social, economic, cultural, political and institutional connections and linkages of any settlement or region is key factor to understand and comprehend post disaster adaptation strategies and developments.

Aims and methodology

Departing from above mentioned logic, this study claims without delineating geographical dimension of connectivity of provinces in the earthquake region, we may not be able to reveals social and economic impact of the disaster. It defends as provinces' connectivity to the other provinces increase so does their rehabilitation speed. Therefore spatial dimension of relations of provinces help us to predict direction of probable immigration and mobility from the earthquake region. Connections of victim cities with each others and the rest of the country have potential to alleviate intensity of destruction and support coping with devastations.

In this regard, demographic and economic connectivity of the provinces at national level is analyzed by using social network analysis techniques. Demographic connectivity of provinces, which represent social proximity or affinity between them, is measured according population amount they give each others. Birth place population of each province in 2021, provided from Turkish Statistical Institute (TUIK), is deployed as data for this purpose. For measuring economic connectivity of the provinces on the other hand, interprovincial trade data for 2020 year which provided by Industrial and Technology Minister of Türkiye (STB) is used. Theoretically, all provinces give each other at least one person and have a certain amount trade with each other. Therefore to define mostly connected provinces % 1 of population and trade amount is used as threshold value for both connectivity types. Provinces having more than % 1 population of each other are accepted demographically connected. Similarly, provinces having over % 1 share in total trade of any other provinces are accepted as economically connected. Addition to those calculations, findings of previous studies (such as STB, 2020; Bilen-Kazancık & Bilen, 2020; Kaygalak, 2022) also are used to support hypothesizes of the study.

Findings

Findings of previous studies indicate that all of 11 victim provinces have diverse position in the national settlement hierarchy and system (Bilen-Kazancık & Bilen, 2020; Kaygalak, 2022). As it can be seen in following Table 1, of 11 provinces in the earthquake region, Adana and Gaziantep provinces have higher centrality values and hierarchical levels which point to higher connectivity in national spatial wide. Despite their spurring position, Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş and Şanlıurfa can be mentioned as regional centers after Gaziantep and Adana while Elazığ, Osmaniye and Kilis have lower position in national settlement system. These findings are consistent with the demographical connectivity index values of provinces which are produced by Kaygalak, (2022) (Table 1). In terms of interprovincial demographical connectivity ranking, Kilis and Adıyaman are close to the bottom with 72. and 67. level respectively. Hatay on the other hand has relatively higher hierarchical level despite its index values for demographical connectivity is low. Yet, when it comes to spatial dimension of connectivity of provincial those numbers and values are not meaningful too much. For that reason, demographical connectivity of 11 provinces is analyzed and the results are listed in Table 1. In terms of both incoming population and outgoing population of provinces demographical connectivity differs very much. Two remarkable results must be mentioned in this concept. First, almost all of 11 provinces have high demographical connectivity with each other. Secondly, compared small cities large metropolitan cities such as Gaziantep, Adana, Hatay and Diyarbakır have higher connectivity with the rest of the country. Demographical connectivity of small cities, especially Kilis, is mostly concentrated in the earthquake region.

Differentiation between the provinces is valid for economic connectivity as well. Economic connectivity of 11 provinces with all provinces in the country is mapped in terms of both sale and purchase. The aforementioned maps are presented in Figure 2 below. Again, there is a clear differentiation between the provinces. Large cities in the regions generally have intense economic linkages with developed large metropolitan cities such as İstanbul, Ankara, İzmir and Bursa while trade ties of small cities are regionally concentrated. Especially Kilis, Adıyaman and Osmaniye have their trade mostly with provinces in the earthquake region. Therefore economically they might be affected more in terms of forward and backward linkages. Linkages shown on maps in Figure 2 also reveal which regions or cities are more affected by the disaster beside 11 provinces.

Conclusion

Impacts of devastating disasters are not only limited with whereabouts they happen. Spatial structure of interprovincial and interregional relations determines geographical boundaries of social and economic impacts. It may alleviate or make bitter disasters' impact by leading every kind of flows between geographical units and settlements after disasters. Spatial structure of interprovincial relations in Turkey indicates that earthquake victim provinces have diversified demographic

and economic connections within the region and outside of the region and therefore have different potential and advantages to cope with destruction. Picture of demographic and economic connectivity of provinces points to the probable mass mobility to Mersin (İçel) and Antalya from the earthquake region in future. However the study reveals every province has different potential and relation structure, to understand pervasive affects of the earthquake future studies must concentrate on interprovincial relation at actor and sector levels.

1. Giriş

Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Mw 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki depremler (AFAD, 2023), yaşadığımız coğrafyanın gerçeğiyle bir daha tanışmamıza neden oldu. Doğa ya da fiziksel çevre kendi özüne ve mantığına uygun bir şekilde işlerken, bu işleyişi toplumsal anlamda bir felakete dönüştüren ise yine toplumların kendisi olmaktadır. Doğanın kendisinde afet ya da felaket olarak addedilebilecek bir durum yoktur. Afet ya da felaket, toplumsal olarak referanslandırılan ve inşa edilen bir unsurdur. Bir kültürel inşa olarak afet, doğadaki ekstrem olayların sosyal ve ekonomik açıdan olan etkilerine referansla tanımlanır (Hewitt, 1998; Singh, 2015). Bu açıdan afet, doğal olayların beklenmedik bir sonucu olmaktan önce bir toplumsal ve kültürel uyum sorunudur. Bir başka deyişle insan ve yaşadığı coğrafya arasındaki uyuma ilişkin bir sorundur. Bu yüzden politik ekoloji perspektifinden bakıldığında, insanın ekonomik, kültürel ve politik ilişkileriyle ürettiği ve kendi eliyle içine düştüğü bir durumdur (Gould, Garcia & Remes, 2016).

Kahramanmaraş depremi de toplumun yaşadığı coğrafyanın gerçekliğine dikkat etmediğini ortaya koydu. Geniş bir coğrafi alanda gerçekleşen ve 11 ile yayılan etkisiyle deprem, büyük bir yıkıma ve hasara yol açtı. Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerini kapsayan bu deprem bölgesi, geçmişteki emsalleriyle kıyaslandığında coğrafi anlamda en geniş alana sahip olduğu gibi, etkilenen nüfus ve ekonomik potansiyel itibarıyla da önceki örneklerinden ayrılmaktadır (karşılaştırma için bakınız Altun, 2018; TÜRKONFED, 2023). Yıkımın büyüklüğü, maddi açıdan oluşan ve dolaylı olarak oluşabilecek hasar ve kayıpların kesin tespitini yapmayı mümkün olmaktan çıkarmaktadır. Ancak böylesi bir büyük afetin başta sanayi ve tarımsal üretim olmak üzere eğitim, sağlık, kamu finansmanı, bankacılık, sigortacılık, leasing, ulaşım gibi alt sektörlerin tümüne yayılan bir etkide bulunacağı açıktır (Şen, 2023). Bu anlamda uzun zamana yayılan ve dolaylı etkileriyle de daha da artacak bir sosyal ve ekonomik maliyetten bahsedilebilir.

Nitekim ilk günden bu yana depremin sosyal ve ekonomik etkileri ya da maliyetleri ile bunların olası çözüm yolları ve önerileri üzerine birçok çalışma yapılmaktadır (Özgür & Kırcı, 2023; Aydoğdu-Gürbüz & Aslan, 2023; Erdoğan-Tarakçı & Aslan, 2023; TÜRKONFED, 2023). Depremin jeolojik, morfolojik, fiziksel ve yapısal özelliklerine eğilen doğal bilimlerden (Ünlügenç vd., 2023; SUBU, 2023) farklı olarak sosyal bilimciler, depremin ekonomik, demografik, kültürel, travmatik, psikolojik, eğitsel, kurumsal, politik, halk sağlığı vb gibi çok yönlü etkilerine odaklanmaya devam etmektedirler. Kahramanmaraş depreminin hem ekonomik boyutuna dair (Şen, 2023; Aydınbaş, 2023; Tetik & Albulut, 2023; Say & Doğan,

2023; Özüdoğru, 2023; Çiğ & Toprak, 2023; Gül & Akyol, 2023; Bardakçı & Demirtaş, 2023) hem de demografik etkilerine dair (Güreşçi, 2023; Sağıroğlu vd., 2023; Aydın, 2023) çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ülkesel düzeyde coğrafyamızda köklü etkiler yaratan böylesi bir yıkımın beşeri coğrafyacılarının gündemiyle örtüşen çok yönü vardır. En çok örtüşen yönlerin başında depremin ekonomik ve demografik etkilerinin geldiği söylenebilir. Elbette depremin çevresel, altyapı, mimari, kentsel morfoloji, kentsel dirençlilik ve diğer mekânsal etkileri de yine beşeri coğrafyanın ilgi alanına girmektedir. Ancak ekonomik ve demografik boyut diğer tüm boyutları kesen bir eksen olarak önemlidir.

Ancak yapılan bu çalışmalara bakıldığında demografik ve ekonomik etkileri deprem bölgesindeki illerle sınırlı tutmaktadırlar. Adeta illerin diğer illerden ve bölgelerden bağımsız olarak izole şekilde demografik ve ekonomik kayıp yaşadığını varsaymaktadırlar. Oysa bir ilin demografik ve ekonomik anlamda depremden etkilenme düzeyi onun ulus mekânı içindeki diğer bölgeler ve illerle olan bağlantı düzeyiyle yakından ilintilidir. Üstelik deprem ya da afet, yıkımı yarattığı bölge illerinin bağlantılı olduğu diğer illerde de ekonomik ve demografik sonuçlara neden olmaktadır. Bu yüzden depremin olası etkilerini hesaplariken illerin diğer illerle olan ilişkisini göz önüne almak gerekir.

Bu motivasyondan hareketle bu çalışma, deprem bölgesindeki illerin Türkiye'deki diğer illerle ve bölgelerle olan bağlantısına odaklanmaktadır. Temel amaç, deprem bölgesindeki her bir ilin demografik ve ekonomik açıdan bağlantılı olduğu illeri tanımlayıp, afet bölgesi üzerinden ortaya çıkan ve çıkabilecek olumsuz etkilerin ülke mekânı ölçeğinde coğrafi boyutunu ortaya koymaktır. Bu amaçla çalışma beş alt bölüme ayrılmıştır. Yukarıdaki giriş bölümünün ardından gelecek ikinci bölümde çalışmanın kuramsal temeli tartışılmaktadır. Ardından üçüncü bölümde çalışma kapsamında kullanılan yöntem ve veri tanıtılmaktadır. Çalışmanın bulguları ise dördüncü bölümde sunulmaktadır. Sonuç bölümünde genel değerlendirmelere ek olarak kullanılan yöntemin gelecek çalışmalar açısından sunduğu fırsatlar tartışılmaktadır.

2. Kuramsal çerçeve

Bir bölgede gerçekleşen afetın etkilerinin mekânsal ya da coğrafi boyutu, doğal olarak o bölgenin kendisiyle sınırlı değildir. Afet bölgesinin bağlantılı olduğu diğer bölgeler de direkt ya da dolaylı olarak bundan etkilenir. Söz gelimi afet bölgesiyle demografik ve sosyolojik bağları güçlü olan yöreler ve bölgeler direkt ya da dolaylı olarak bu afetın etkisini yaşarlar. Özellikle akrabalık, hemşehrilik, arkadaşlık gibi sosyal dayanışma kurumlarının görece güçlü olduğu Türkiye gibi ülkelerde ve toplumlarda, demografik anlamda afet bölgesiyle bağlantılı olan bölgeler sadece afetın duygusal yükünü taşımaz. Aynı zamanda afet bölgesindeki sosyal ilişkide buldukları kişi ve grupların dayanışmacı ilişki ağlarına dâhil olarak afet sonrası sürecin ekonomik yükünü de taşırlar. Nitekim bu nedenledir ki afet bölgesinden dışarıya doğru kitlesel hareketin yönlendiği ilk yerlerden biri de bu türde demografik ve sosyal bağlantısallığın olduğu bölgelerdir. Öyle ki göçmen ilişki ağları kuramı bu gerçeklikten hareketle olası göç ağının inşasını ve yönünün kestirilebileceğini öne sürer (Massey, vd., 1993; Güllüpnar, 2012; Yakar & Sert-Eteman, 2017).

Kahramanmaraş depremi sonrasında da afet bölgesini terk eden çok sayıda kişi, eş, dost, akraba ve arkadaşlarının bulunduğu afet bölgesi dışındaki diğer illere gitmiştir. Dolayısıyla iki il arasında sosyal açıdan bağlantı düzeyi güçlü ise bunlar arasında göç olma ihtimali yükselir. O halde deprem bölgesindeki illerin, demografik ve sosyal açıdan bağlantılı olduğu illerin bilinmesi, orta ve uzun vadede afet bölgesinden ülkenin hangi bölgelerine doğru göç ya da hareketlilik olabileceğini kestirmeye olanak sunar.

Buna ek olarak afet bölgesindeki illerin demografik ve sosyal bağlantısallık düzeyi, aynı zamanda diğer illerle aralarında bulunan sosyal ve ekonomik dayanışmaya ilişkin de bir fikir verebilir. Örneğin Kahramanmaraş doğumlu nüfusun büyük bir bölümü, afet bölgesi dışındaki diğer bölge ve illerde yaşıyorsa, Kahramanmaraş afet sonrası dayanışma ve ekonomik destek açısından görece daha avantajlıdır denilebilir. Çünkü afet sonrası tutunma ve mücadele süreçlerinde hayati rol oynayan destekleyici alternatif sosyal sermayesi vardır. Buna karşın Kilis gibi nüfusunun çoğu kendi içinde ise ve pek göç vermiyorsa afet sonrasında diğer bölgelerden yararlanabileceği sosyal ve ekonomik dayanışma ağının zayıf olacağı söylenilebilir. Bu durumda afet ya da deprem sonrasında aynı yıkımı yaşasalar bile deprem sonrası tutunma ve dayanışma süreçleri açısından Kahramanmaraş'ın Kilis'e göre daha avantajlı olduğu söylenilebilir. Bir başka deyişle demografik bağlantısallık ve sosyal ilişki sermayesi itibariyle afet sonrası dayanıklılık açısından Kahramanmaraş daha dayanıklıdır. Benzer şekilde nüfusunun büyük bölümü kendi içinde olmasa bile ancak yine deprem bölgesindeki diğer illerde olursa da dayanıklılık düzeyi düşük olur.

Benzer bir durum ekonomik ilişki ve bağlantısallık açısından da geçerlidir. Deprem bölgesindeki illerin ekonomik ilişki açısından güçlü bağlantılara sahip olduğu diğer illerin de doğal olarak kayıp yaşanmaları beklenir. Her şeyden önce deprem bölgesindeki illerle tedarikçi ve pazar bağlantısına sahip olan diğer iller geçici olarak tedarik ve satış işlemlerinde sorun yaşayabilirler. Özellikle endüstriyel anlamda girdi-çıkıtı bağlantıları, ileri-geri bağlantılar ile tamamlayıcı ve destekleyici hizmetler açısından deprem bölgesiyle güçlü ilişkiye sahip olan illerin ekonomik anlamda etkilenme düzeyi daha fazladır. Bu açıdan deprem sadece olduğu bölge illerinin ekonomisini değil; bölgeyle bağlantılı diğer illeri de etkiler. Dolayısıyla deprem bölgesi dışındaki hangi illerin ekonomik anlamda etkilendiğini bilmek için deprem bölgesindeki illerin ülke mekânındaki ekonomik bağlantısallığına bakmak gerekir.

İllerin ekonomik bağlantısallık düzeyi ve biçimi, deprem bölgesindeki illerin aynı zamanda deprem sonrası ekonomik toparlanma düzeyi hakkında da fikir verir. Deprem bölgesindeki Kilis gibi iller, ekonomik ilişkileri itibariyle daha çok yine deprem bölgesindeki diğer illerle bağlantılıysa, bu durumda pazar ve kaynak alanındaki daralma nedeniyle toparlanmakta zorlanacaktır. Ancak buna karşın eğer il Kahramanmaraş gibi deprem bölgesi dışındaki Türkiye'deki diğer birçok il ile ekonomik ilişkiye sahipse toparlanma açısından daha güçlü konumdadır. Zira ekonomik coğrafya literatürüne göre, bilgi ve sermaye kaynakları itibariyle çeşitliliğe sahip bölgeler ekonomik açıdan daha dayanıklı ve dirençli olmaktadır (Frenken, vd., 2007; Martin & Sunley, 2015; Wixe & Anderson, 2017).

Tüm bu hususlar göz önüne alındığında yaşanan afetin deprem bölgesindeki illere etkisinin ancak o illerin ülke içindeki konumunun, ülke mekânı içindeki bağlantı düzeylerinin ve bu bağlantısallığın coğrafi boyutunun anlaşılmasıyla mümkün olabileceği açıktır. Yine deprem bölgesindeki illerin yıkım maliyetlerinin diğer illere nasıl dağıldığı da büyük oranda bu bağlantısallıktan anlaşılabilir. İllerin bu anlamda demografik ve ekonomik bağlantısallıklarının mekânsal ya da coğrafi boyutu, hem etkilenme biçimlerine hem de afet sonrası uyum ve toparlanma süreçlerine ışık tutmaktadır. O halde söz konusu bu bağlantısallık nasıl ölçülebilir sorusu, temel sorulardan biri olarak öne çıkmaktadır.

3. Yöntem ve veri

Bir ilin ülke içindeki bağlantısallık düzeyini ölçmenin değişik yolları olabilir. Coğrafyacıların geçmişten günümüze aşına oldukları en yaygın yöntemlerden biri Christaller'in (1933) merkezi yerler teorisidir. Teoriye göre yerleşim birimi olarak her bir ilin sunduğu hizmet ve fonksiyonlardan hareketle, ilin yerleşme sistemi içindeki kademesi ve bağlantısallığı ortaya konulabilmektedir. Yakın tarihimizde bu şekilde merkezi yerler teorisinden hareketle illerin yerleşme sistemi içindeki konumlarını ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (DPT, 1982; Günindi, 2000; Çiçek, 2004; Zeyneloğlu & Dökmeci, 2010; STB, 2020; Bilen-Kazancık & Bilen, 2020). Bunlardan Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (STB) (2020) yaptığı çalışma, illerin ortaöğretim, yükseköğretim, sağlık, ulaşım, ticaret, iletişim ve kargo hizmetlerinden yola çıkarak illerin yerleşme sistemi içindeki merkezilik düzeyini resmetmektedir. Ancak bu tür çalışmalarda illerin birbirleriyle olan bağlantı yönleri ve düzeyleri değil; sadece sunduğu fonksiyonlar itibariyle merkezilik düzeyleri ve pozisyonları ortaya konulmuş olacaktır.

Oysa illerin bağlantısallığının mekânsal boyutu ve uzanımı ortaya konulmak istendiğinde yerleşme kademelenmesine ağsal ilişkilerinin de eklenmesi gerekir. Yani ağ kuramından hareketle iller düzeyinde bağlantısallığı tanımlamak gerekir. Bu anlamda ağ kuramını yerleşme sistemleri kuramıyla birleştiren çalışmalardan biri Bilen-Kazancık & Bilen'e (2020) aittir. Sosyal ağ kuramının farklı merkezilik ölçütlerini kullanan yazarlar böylece her bir ilin yerleşme hiyerarşisi içindeki konumunu diğer bölgelerle bağlantı yönünü ortaya koyabilmektedirler. Buna karşın Kaygalak (2022), iller arası nüfus hareketliliğinden ve sosyal ağ kuramından yola çıkarak iller arası bağlantısallığı tanımlamaktadır. Bunun için doğum yeri nüfusu verisinden hareket eden Kaygalak (2022), illerin birbirlerine alıp verdikleri nüfustan hareketle her bir ilin ülke mekânı içindeki bağlantısallık düzeyini sayısal indeks halinde ortaya koymaktadır. Buna göre bir ilin hem diğer illere verdiği nüfus miktarı (giden bağlantı) itibariyle hem de onlardan aldığı nüfus miktarı (gelen bağlantı) itibariyle bağlantısallık durumunu ifade eden sosyal ağ analizinin E-I merkezilik derecesi, i ve j ağdaki iki düğüm olmak üzere şu şekilde formüle edilebilir (Bilen-Kazancık ve Bilen, 2020: 110).

$$d_i = \sum_j w_{i \leftrightarrow j}$$

Bu çalışmada deprem bölgesi illerinin demografik ve ekonomik etkilerinin coğrafi boyutu ortaya konulmak istendiğinden iller arası demografik ve ekonomik bağlantısallığın resmi ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Bu nedenle iller arası demografik bağlantısallık için deprem bölgesi illerinin diğer illere alıp verdiği nüfus verisinden hareket edilmektedir. Bunun için Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2022 yılı doğum yerine göre nüfus verisi kullanılmıştır. Deprem sonrası ciddi nüfus değişikliği olduğundan deprem öncesi yılın son günü itibariyle olan nüfus verileri kullanılmıştır. Türkiye'deki 81 ilin doğum yerine göre nüfus matrisi oluşturulup sosyal ağ analizine tabi tutulmuş ve ardından deprem bölgesi illerin ego analizi yapılarak onların demografik anlamda hangi illerle daha çok bağlantılı olduklarının resmi çıkarılmaya çalışılmıştır.

İller arası ekonomik bağlantısallık için ise Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (STB) Girişimci Bilgi Sistemi'ne kayıtlı verilerden hareketle oluşturduğu iller arası ticaret verisinden yararlanılmıştır. Yine 81 ilin birbirlerine alıp verdikleri ticaret miktarı sosyal ağ analizine tabi tutulmuştur. Ardından yapılan ego analizleri ile deprem bölgesindeki illerin ticaret ilişkisi itibariyle en çok bağlantılı oldukları illerin resmi çıkarılmaya çalışılmıştır. Amaç demografik ve ekonomik bağlantısallığın resmini ortaya koymak olduğundan illerin diğerleriyle demografik bağlantısı nüfus verdikleri iller itibariyle ve nüfus aldıkları iller itibariyle çıkarılmıştır. Aynı şekilde ekonomik bağlantısallığının resmi de hem verdikleri ticari mal değeri itibariyle hem de aldıkları ticari mal değeri itibariyle ayrı ayrı çıkarılmıştır. Tüm sosyal ağ analizleri ve sonuçlarının görselleştirilmesi için Ucinet ve NetDraw yazılımları kullanılmıştır.

4. Bulgular

Deprem bölgesi illerinin demografik ve ekonomik bağlantısallığının coğrafi boyutuna geçmeden evvel, genel olarak bu illerin ülkesel yerleşme sistemi içerisindeki konumlarına göz atmakta yarar vardır. Bu amaçla Bilen-Kazancık ve Bilen (2020) ile Kaygalak'ın (2022) sundukları veriler aydınlatıcıdır. Her iki çalışmanın dayandığı yöntem ve kullandıkları veri farklı olduğundan sayısal göstergeleri ve endeks türleri farklıdır. Ancak her ikisi de illerin ülke mekânındaki konumuna dair aydınlatıcı fikir sunmaktadır.

Bilen-Kazancık & Bilen (2020) ülke yerleşme sistemini dört kademeye ayırmakta ve geliştirdikleri merkezilik endeksi ile illerin bu yerleşme sistemi içerisindeki pozisyonlarını sayısal olarak ifade etmektedirler. Tablo 1'de de görüldüğü üzere deprem bölgesindeki illerden Adıyaman, Elazığ, Kilis, Malatya ve Osmaniye yerleşme sistemi içindeki en alt kademe olan dördüncü kademede bulunmaktadırlar. Buna karşın Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa daha yüksek merkezilik endeksi ile üçüncü kademede yer alan illerdir. Yalnızca Adana ve Gaziantep yüksek merkezilik endeksi ile ikinci kademede bulunan illerdir. Bu yönüyle de bölgesel merkez olarak nitelenebilecek illerdir. Buna karşın Diyarbakır, Hatay, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa ise alt bölgesel merkezler olarak tanımlanabilir. Söz konusu bu merkezilik düzeyi Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yaptığı kademelenmeyle de örtüşmektedir (STB, 2020). Bunun anlamı, deprem bölgesi illeri içinde sundukları mal ve hizmet fonksiyonları itibariyle ülkenin geri kalan bölümüyle daha çok bağlantıya sahip olan illerin başında Adana ve Gaziantep'in geldiğidir. Dolayısıyla adı geçen illerde meydana gelen hasar ve kayıplardan daha çok sayıda ilin ya da geniş bölgelerin etkilenmesi beklenilebilir. Buna karşın Osmaniye ve Kilis'in bu bağlantısallıktaki düzeyleri en düşüktür. O yüzden bu iki ildeki ekonomik kayıp ve hasarların diğer il ve bölge ekonomileri üzerindeki etkisinin daha az olacağı ileri sürülebilir.

Kaygalak'ın (2022) geliştirdiği endeks değeri ise iller arası demografik bağlantısallığı ölçen bir göstergedir. Gösterge, illerin diğer illere hem verdiği hem de aldığı nüfus miktarı itibariyle ülke mekânı içindeki demografik bağlantı düzeylerini ölçmektedir. Buna göre Adana ve Gaziantep demografik bağlantı düzeyi itibariyle yine en yüksek endeks değerine sahip iller olarak ülke illeri içinde 5. ve 15. sırada bulunmaktadırlar. Bir başka deyişle Adana ve Gaziantep nüfus alış verişi itibariyle çok sayıda ille bağlantılıdır. Dolayısıyla deprem sonrasında, olası bir göç ya da nüfus hareketliliği durumunda; bu illerden farklı ve çok sayıda ille doğru bir nüfus hareketi beklenilebilir. Buna karşın Kilis (72.) ve Adıyaman (67.) en düşük endeks değerine sahip iller olarak son sıralarda yer alan illerdir.

Tablo 1. Deprem bölgesindeki illerin ülkesel yerleşme sistemi ve demografik bağlantısallık içindeki konumları.

Table 1. Position of the provinces in settlement system and demographical connectivity of the country.

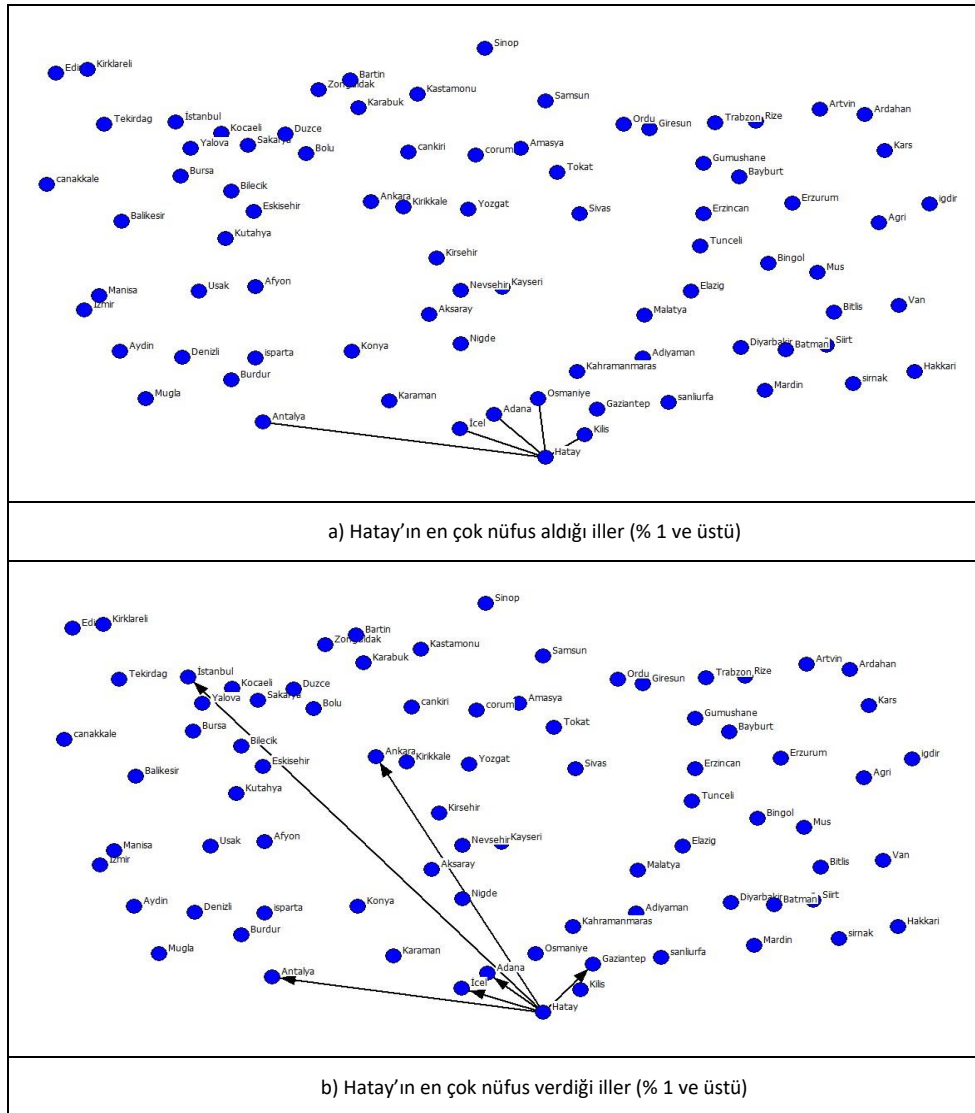
İller	Bilen-Kazancık & Bilen (2020)'ye göre		Kaygalak (2022)'ye göre	
	Merkezilik endeksi	Kademesi	Endeks değeri	Sırası
Adana	0,373	2	0,070	5
Adıyaman	0,082	4	0,034	67
Diyarbakır	0,243	3	0,056	18
Elazığ	0,090	4	0,048	27
Gaziantep	0,345	2	0,059	15
Hatay	0,266	3	0,040	50
Kahramanmaraş	0,169	3	0,045	34
Kilis	0,010	4	0,030	72
Malatya	0,124	4	0,046	31
Osmaniye	0,084	4	0,042	41
Şanlıurfa	0,260	3	0,048	26

Dolayısıyla nüfus ya da demografik açıdan ülkedeki diğer illerle bağlantı düzeyi yüksek olmadığından ya da az sayıda ille demografik bağlantıya sahip olduklarından bu illerden dışarıya olacak nüfus hareketi ya da göç çok yönlü olmayacaktır. Belli başlı bazı illerle sınırlı kalan bir göç ya da nüfus hareketliliğinin olması beklenilebilir. Burada kastettiğimiz daha az ya da daha çok nüfus göç verip vermemek değildir. Verilecek olası göçün kaç tane ili içereceği ile ilgilidir. Yani göçün ya da nüfus hareketliliğinin mekânsal yönü ile ilgilidir. Endeks değeri düşük olan illerin daha az sayıda illerle demografik bağlantısı olduğundan bu az sayıdaki ile yönelen bir göçün olması beklenir.

Bu açıdan iller içinde Hatay'ın durumu ilginç görünmektedir. Yerleşme sistemi içinde görece yüksek kademedeki bulunan Hatay, demografik bağlantısallık düzeyi itibarıyla düşük bir puana ve sıralamaya sahiptir. Nüfus ya da demografik bağlantısallık itibarıyla düşük olması Hatay'ın ülkedeki diğer illere kıyasla az sayıda ille nüfus verdiğini ve nüfus aldığı anlamına gelmektedir. O halde Hatay'dan afet nedeniyle dışarıya doğru bir hareket ya da göç olması durumunda Gaziantep, Adana, Şanlıurfa ve Kahramanmaraş gibi çok sayıda farklı kente nüfus göndermesi değil; az sayıdaki kente göç vermesi ya da nüfus göndermesi beklenir.

Peki, bu kentler ya da iller hangisi olabilir? İşte bunun için deprem bölgesi illerinin demografik anlamda Türkiye'deki diğer illerle bağlantısına bakmamız gerekir. Bu yüzden deprem bölgesindeki illerin doğum yeri nüfusu verilerine göre hangi illere daha çok nüfus verdiği ve hangi illerden daha çok nüfus aldığı haritalanması gerekir. Sosyal ağ analizi tekniklerini kullanarak söz konusu 11 ilin her birinin Türkiye'de en çok nüfus verdiği ve en çok nüfus aldığı illerin haritaları çıkarılabilir. Şekil 1'de Hatay'ın nüfusunun % 1 ve daha fazlasını oluşturan nüfusun olduğu iller (Hatay'ın nüfus aldığı) ile nüfusunun % 1 ve daha fazlası Hatay doğumlu olanlardan (Hatay'ın nüfus verdiği) iller gösterilmektedir. Normal koşullarda her il başka illerden en az bir kişi alıp verdiği için % 1 eşik değeri seçilmiştir. Ayrıca % 1 eşik değerinin seçilmesiyle daha çok göç süreçleriyle gerçekleşen yüksek bağlantısallığa sahip iller ortaya çıkarılabilmektedir.

Deprem bölgesindeki 11 ilin aldıkları ve verdikleri nüfusu gösteren tüm haritaları yer darlığı nedeniyle buraya koymak mümkün değildir. Bu nedenle söz konusu 11 ilin aldıkları ve verdikleri nüfus itibarıyla en az % 1 oranı ile bağlantılı oldukları illerin listesi Tablo 2'de sunulmuştur. Genel olarak bakıldığında illerin aldıkları nüfus itibarıyla bağlantılı oldukları yerlerin başında kendi komşuları gelmektedir.



Şekil 1. Hatay'ın demografik bağlantısallığının en yüksek olduğu iller haritası.

Figure 1. Maps of provinces which are demographically more connected with Hatay.

Tablo 2. Demografik bağlantı düzeyi % 1'in üzerinde olan iller listesi.**Table 2.** The list of provinces those have over % 1 demographical connectivity value.

Deprem ili	Nüfusunun en az % 1 oranı ile bağlantılı olduğu iller	
Adana	Aldığı	Mersin, Hatay, Osmaniye, Antalya, Niğde, Kayseri, Tunceli
	Verdiği	İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Mersin, Hatay, Osmaniye
Adıyaman	Aldığı	Malatya, Adana, Mersin, Gaziantep
	Verdiği	İstanbul, Ankara, Malatya, Mersin, Antalya, Gaziantep, Şanlıurfa, Adana
Diyarbakır	Aldığı	Bingöl, Muş, Mardin, Şanlıurfa, Adana, Mersin, Antalya, Bursa, Yalova, İstanbul, Tunceli, Batman, Elazığ
	Verdiği	İstanbul, Bursa, Ankara, İzmir, Antalya, Mersin, Adana, Batman
Elazığ	Aldığı	Malatya, Tunceli, Bingöl
	Verdiği	İstanbul, Kocaeli, Bursa, İzmir, Antalya, Mersin, Adana, Diyarbakır, Bingöl, Ankara
Gaziantep	Aldığı	Antalya, Mersin, Hatay, Osmaniye, Kahramanmaraş, Şanlıurfa, Kilis
	Verdiği	İstanbul, Ankara, Antalya, Mersin, Şanlıurfa
Hatay	Aldığı	Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Kilis
	Verdiği	İstanbul, Ankara, Antalya, Mersin, Adana, Gaziantep
Kahramanmaraş	Aldığı	Kayseri, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Kilis, Gaziantep
	Verdiği	İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya, Kayseri, Mersin, Hatay, Gaziantep, Osmaniye
Kilis	Aldığı	Gaziantep
	Verdiği	Gaziantep, Hatay, Mersin, Antalya, Adana, İzmir, İstanbul, Ankara
Malatya	Aldığı	Elazığ, İstanbul, Mersin, Adıyaman
	Verdiği	İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya, Mersin, Adana
Osmaniye	Aldığı	Adana, Hatay, Kahramanmaraş
	Verdiği	İstanbul, Ankara, Antalya, Mersin, Adana, Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş
Şanlıurfa	Aldığı	Mardin, Adıyaman, Yalova, Osmaniye, Adana, Antalya, Mersin, Gaziantep
	Verdiği	İstanbul, İzmir, Antalya, Mersin, Adana, Gaziantep

Bu anlamda deprem bölgesindeki illerin demografik olarak aldıkları nüfusun önemli bölümü yine deprem bölgesindeki diğer illerden gelmektedir. Burada Şanlıurfa ve Diyarbakır'ın biraz farklılaştığı ve deprem bölgesi diğer illerden de önemli oranda nüfus aldıkları görülmektedir. Özellikle Diyarbakır Bursa, Yalova, Antalya, Mersin (İçel), İstanbul gibi batı illeri ile Bingöl, Muş, Mardin, Tunceli, Batman gibi deprem bölgesi dışındaki doğu illeriyle yüksek demografik bağlantısallık sergilemektedir. Buna karşın Kilis'in il dışı doğumlu nüfus itibarıyla demografik anlamda önemli düzeyde bağlantısallık sergilediği tek il ise Gaziantep'tir. Kilis, Elazığ ve Osmaniye gibi küçük iller başka il doğumlu nüfus itibarıyla az sayıdaki ille demografik bağlantıya sahiptir. O halde doğum yeri nüfusu verilerine göre Diyarbakır'ın deprem sonrasında daha çok sayıda ile nüfus göndermesi beklenir. Buna karşın Kilis gibi nüfusunun neredeyse tamamı zaten deprem bölgesi doğumlu olanların daha az ile nüfus göndermesi beklenir. Dolayısıyla Kilislilerin deprem sonrası yüzlerini dönebilecekleri, sosyal ve ekonomik anlamda dayanışma içine girebilecekleri il sayısı daha azdır. Ya da deprem göçü sonrasındaki uyum ve tutunma süreçlerini zorlu geçirme olasılığı daha yüksektir denilebilir.

Deprem bölgesindeki illerin verdikleri nüfus miktarı itibarıyla bağlantılı oldukları illerin başında İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Kocaeli gibi göç alan büyük merkezler gelmektedir. Geçmişten beri Türkiye'de doğudan batıya, iç kesimlerden kıyı

kesimlere doğru üç büyük kent ekseninde ve çoğunlukla Marmara Bölgesi merkezli iç göç süreçlerinin yaşanması nedeniyle bu durum şaşırtıcı değildir ve beklenen bir durumdur. İllerin verdikleri nüfus itibarıyla bağlantılı oldukları diğer illerden bazıları ise yine deprem bölgesinde olan diğer komşu illerdir. Alış düzeyi itibarıyla olan bağlantısallık kadar yüksek olmasa da deprem bölgesi illerinin verdikleri nüfus itibarıyla de birbirleriyle bağlantılı oldukları görülmektedir. Ancak en çarpıcı sonuç Adana, Mersin ve Antalya'nın çok fazla ön plana çıkmasıdır. Özellikle deprem bölgesinde olmamaları ve görece yakın olmaları nedeniyle Mersin ve Antalya'nın durumu çok anlamlıdır. Hatay doğumluların % 1.6'sı, Adana doğumluların % 2.8'i, Adıyaman doğumluların % 3.3'ü, Diyarbakır doğumluların % 1.8'i, Elazığ doğumluların % 1.2'si, Gaziantep doğumluların % 1.1'i, Kahramanmaraş doğumluların % 1.4'ü, Kilis doğumluların % 1.6'sı, Malatya doğumluların % 1.8'i, Osmaniye doğumluların % 2'si ve Şanlıurfa doğumluların % 1.8'i Mersin'de yaşamaktadır. Buna karşın Hatay doğumlu nüfusun yaklaşık % 2'si, Adana doğumlu nüfusun % 1.6'sı, Adıyaman doğumlu nüfusun % 1.4'ü, Diyarbakır doğumlu nüfusun % 1.5'i, Elazığ doğumlu nüfusun % 1.3'ü, Gaziantep doğumlu nüfusun % 1.3'ü, Kahramanmaraş doğumlu nüfusun % 1.7'si, Kilis doğumlu nüfusun % 1.5'i, Malatya doğumlu nüfusun % 1.3'ü, Osmaniye doğumlu nüfusun % 1.9'u ve Şanlıurfa doğumlu nüfusun % 1.3'ü Antalya'da yaşamaktadır.

Hem bu yüksek demografik bağlantısallık nedeniyle hem de görece yakın olup bölgesel merkez konumunda olmaları nedeniyle özellikle deprem bölgesindeki küçük ölçekli illerden bu iki ile ilk etapta yoğun göç olması beklenilebilir. Göç ağları kuramı dikkate alındığında mevcut göç süreçleriyle hali hazırda oluşmuş olan demografik bağlantısallık, orta ve uzun vadede Antalya ve Mersin'in deprem sonrası göç süreçlerinden en çok etkilenecek iller olacağına işaret etmektedir.

İllerin ekonomik bağlantısallık düzeyi açısından da çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan bakılabilecek ilk göstergelerden biri, deprem bölgesi illerinin iller arası ticaret ağı içinde konumudur. Böylesi bir ağ içinde bir ilin ya da düğümün konumunu belirten en önemli ölçütlerden biri o ilin merkezilik derecesidir (Wasserman & Faust, 1994; Gürsakal, 2009). 2020 yılına ait iller arası ticaret verilerinin sosyal ağ analizine tabi tutulması sonucunda her bir ilin söz konusu bu ağ içindeki ağırlığını gösteren merkezilik dereceleri sayısal olarak ölçülebilmekte ve ortaya konulabilmektedir.

Bu analiz sonucunda gelen bağlantı ve giden bağlantı itibariyle illere ait olan merkezilik dereceleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre iller arası ticaret ağı içerisinde hem gelen bağlantı (diğer illerden aldığı mal hacmi) hem de giden bağlantı (diğer illere sattığı mal hacmi) itibariyle en yüksek değerlere sahip olan deprem bölgesi illeri Adana, Gaziantep ve Hatay'dır. Bu üç il hem gelen bağlantı hem de giden bağlantı açısından ilk on il içinde yer alacak merkezilik derecelerine sahipler. Bu da bu illerdeki ekonomik kaybın ülkedeki birçok il ve bölgeyi etkileyen bir sonuç yaratacağı anlamına gelmektedir. Buna karşın diğer illerin merkezilik dereceleri ise çok daha düşük seviyelerdedir. Adıyaman, Elazığ, Malatya ve Kilis çok düşük seviyede merkezilik derecelerine sahip olup iller arası ticaret ağı içindeki ağırlıkları düşüktür. Bu nedenle bu illerdeki ekonomik kaybın ülke ekonomisine etkisinin daha sınırlı olması beklenilebilir.

İllerin ticaret ağı içindeki ağırlıkları ya da merkezilik düzeyleri kadar anlamlı olan bir başka gösterge ise, söz konusu bu ağ içinde hangi illerle bağlantılı olduklarıdır.

Tablo 3. İllerin iller arası ticaret ağı içindeki merkezilik dereceleri.

Table 3. The centrality degrees of provinces in interprovincial trade network.

il	Giden bağ.	Gelen bağ.	il	Giden bağ.	Gelen bağ.	il	Giden bağ.	Gelen bağ.
Adana	0.004	0.004	Edirne	0.000	0.001	Kütahya	0.000	0.001
Adıyaman	0.000	0.000	Elazığ	0.000	0.001	Malatya	0.000	0.001
Afyon	0.001	0.001	Erzincan	0.000	0.000	Manisa	0.002	0.002
Ağrı	0.000	0.000	Erzurum	0.000	0.001	Mardin	0.001	0.001
Aksaray	0.000	0.001	Eskişehir	0.001	0.002	Muğla	0.001	0.001
Amasya	0.000	0.000	Gaziantep	0.004	0.005	Muş	0.000	0.000
Ankara	0.021	0.022	Giresun	0.000	0.000	Nevşehir	0.000	0.000
Antalya	0.003	0.004	Gümüşhane	0.000	0.000	Niğde	0.000	0.000
Ardahan	0.000	0.000	Hakkâri	0.000	0.000	Ordu	0.001	0.001
Artvin	0.000	0.000	Hatay	0.003	0.003	Osmaniye	0.001	0.001
Aydın	0.001	0.001	Iğdır	0.000	0.000	Rize	0.000	0.000
Balıkesir	0.002	0.002	Isparta	0.000	0.000	Sakarya	0.002	0.003
Bartın	0.000	0.000	Mersin	0.003	0.004	Samsun	0.002	0.002
Batman	0.000	0.001	İstanbul	0.061	0.054	Siirt	0.000	0.000
Bayburt	0.000	0.000	İzmir	0.013	0.011	Sinop	0.000	0.000
Bilecik	0.000	0.000	Kahramanmaraş	0.001	0.002	Sivas	0.000	0.001
Bingöl	0.000	0.000	Karabük	0.001	0.001	Şanlıurfa	0.001	0.002
Bitlis	0.000	0.000	Karaman	0.000	0.000	Şırnak	0.000	0.000
Bolu	0.001	0.001	Kars	0.000	0.000	Tekirdağ	0.002	0.002
Burdur	0.000	0.000	Kastamonu	0.000	0.000	Tokat	0.000	0.000
Bursa	0.008	0.007	Kayseri	0.002	0.003	Trabzon	0.001	0.001
Corum	0.001	0.001	Kırıkkale	0.000	0.000	Tunceli	0.000	0.000
Çanakkale	0.000	0.001	Kırklareli	0.001	0.001	Uşak	0.000	0.001
Çankırı	0.000	0.000	Kırşehir	0.000	0.000	Van	0.001	0.001
Denizli	0.002	0.003	Kilis	0.000	0.000	Yalova	0.000	0.000
Diyarbakır	0.001	0.002	Kocaeli	0.013	0.008	Yozgat	0.000	0.000
Düzce	0.001	0.001	Konya	0.004	0.005	Zonguldak	0.002	0.001

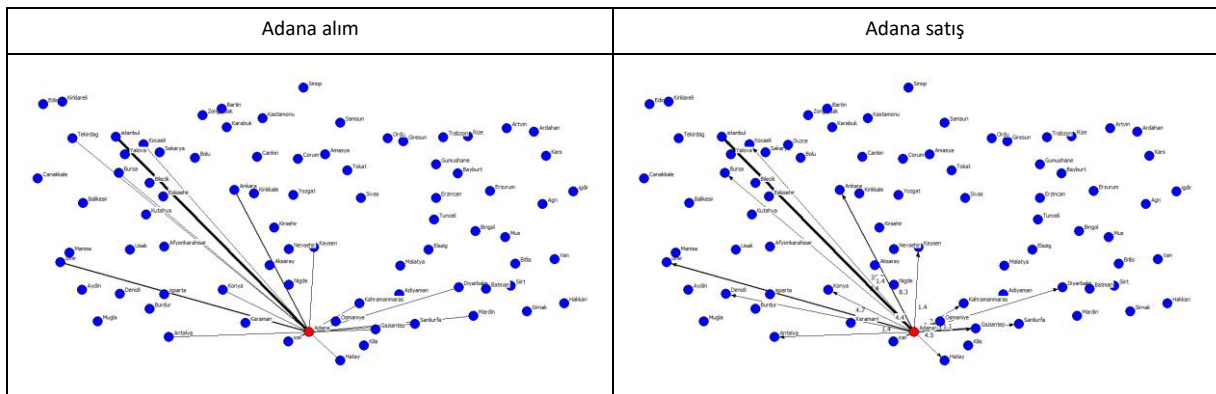
İllerin ticaret hacmi itibarıyla çok değişken olduğu ve yine her bir ilin alış ve satış ilişkisi itibarıyla bağlantılı oldukları illerin farklı olduğu görülmektedir. Şekil 2'de deprem bölgesindeki illerin toplam ticaret hacminde hem alım yaptıkları toplam hem de satış yaptıkları toplam miktar içindeki payı % 1 ve üzerinde olan illerle bağlantısı gösterilmektedir. İller arası ticari bağlantıyı gösteren çizgi kalınlığının artışı, söz konusu ticari bağlantı düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Dikkat edilecek olursa özellikle illerin ticari alım itibarıyla daha çok İstanbul ve daha sonra da diğer gelişmiş büyük şehirlerle bağlantılı oldukları görülmektedir. Ancak söz konusu bu bağlantısallık durumu ilden ile çok değişmektedir. Toplam ticarete alım içindeki payı % 1 ve daha fazla olan il sayısı Adana, Gaziantep ve Adıyaman için 16, Diyarbakır ve Malatya için 15, Hatay ve Kahramanmaraş için 14, Şanlıurfa ve Kilis için 13, Elazığ için 12, Osmaniye için 11 tanedir. Satış içindeki payı % 1 ve daha fazla olan il sayısı ise Hatay için 20; Adana, Gaziantep ve Elazığ için 16; Diyarbakır, Malatya, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa için 15; Adıyaman ve Kilis için 13; Osmaniye için ise 12 tanedir. Ancak genelde hem alım itibarıyla hem de satış itibarıyla ilk üç il deprem bölgesindeki ilin toplam ticaretinin yarısına yakınına yakınına oluşturmaktadır.

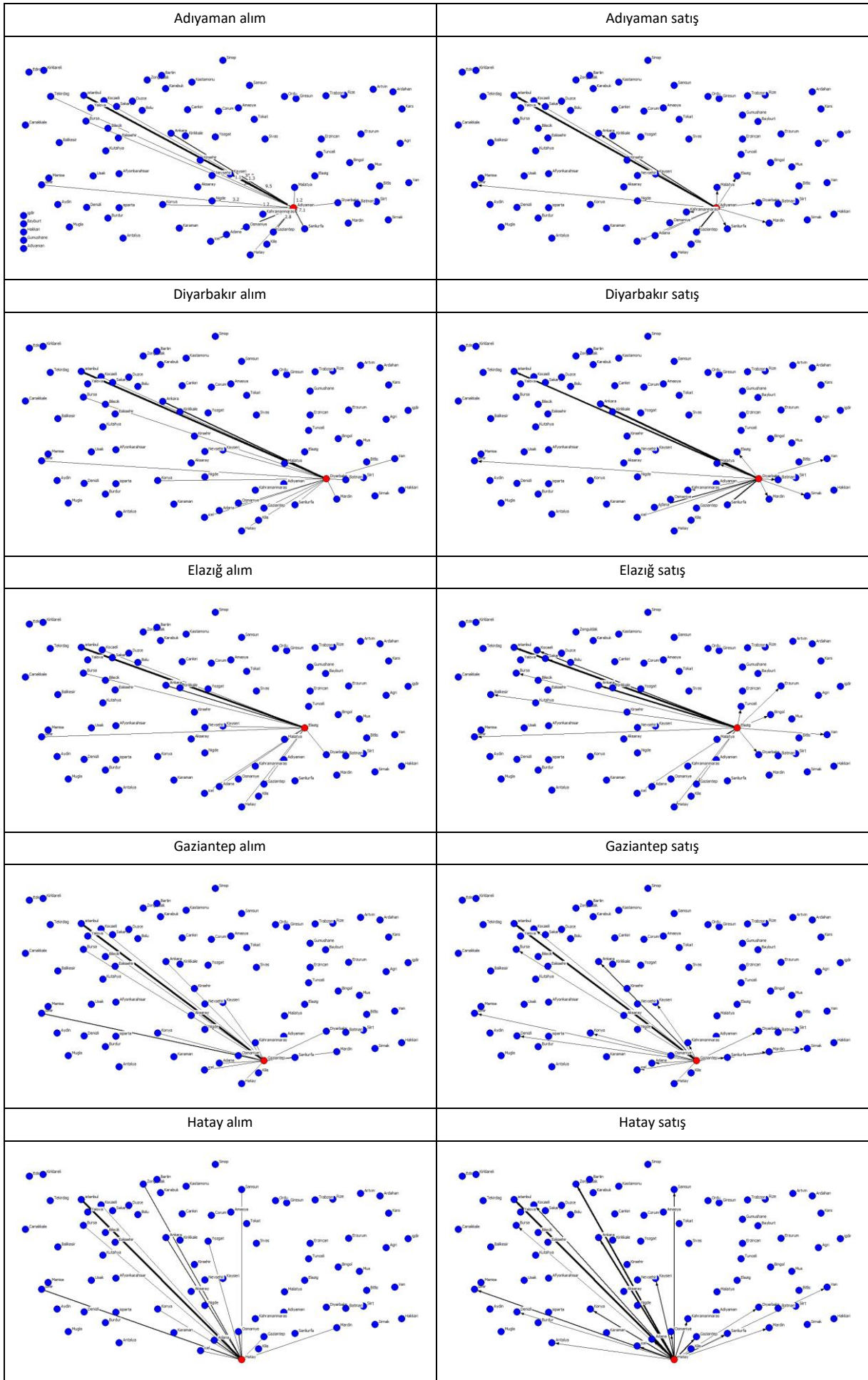
Şanlıurfa, Gaziantep, Kahramanmaraş, Malatya, Diyarbakır ve Elazığ'ın İstanbul'dan aldıkları mal miktarı, toplam ticari alımlarının % 40'ından fazladır. Buna karşın Kilis ve Osmaniye'nin ticari alımında İstanbul'un payı sırasıyla % 33 ve % 32'dir. İstanbul, İzmir ve Ankara gibi geleneksel metropol merkezleri ile sanayileşmiş Bursa gibi kentlerin alım itibarıyla ilk üçte bulunması beklenilir bir durumdur. Ancak ilk üç içinde komşu illerin de olması ve yüksek oranda bir ticari bağlantıya sahip olması anlamlıdır. Örneğin Kahramanmaraş, Osmaniye, Kilis, Adıyaman ve Diyarbakır'ın en çok alım yaptıkları ilk üç il içinde Gaziantep bulunmaktadır. Yine Osmaniye'nin toplam alımında Adana ve Hatay ikinci ve üçüncü illeri oluşturmaktadır. Mersin'in alım itibarıyla Adana'nın ilk üçünde bulunması komşulukla açıklanabilirken; Hatay'ın en çok alım yaptığı ilk üç içinde Zonguldak'ın olması daha çok sektörel tamamlayıcılık ilişkisiyle bağlantılı olmalıdır.

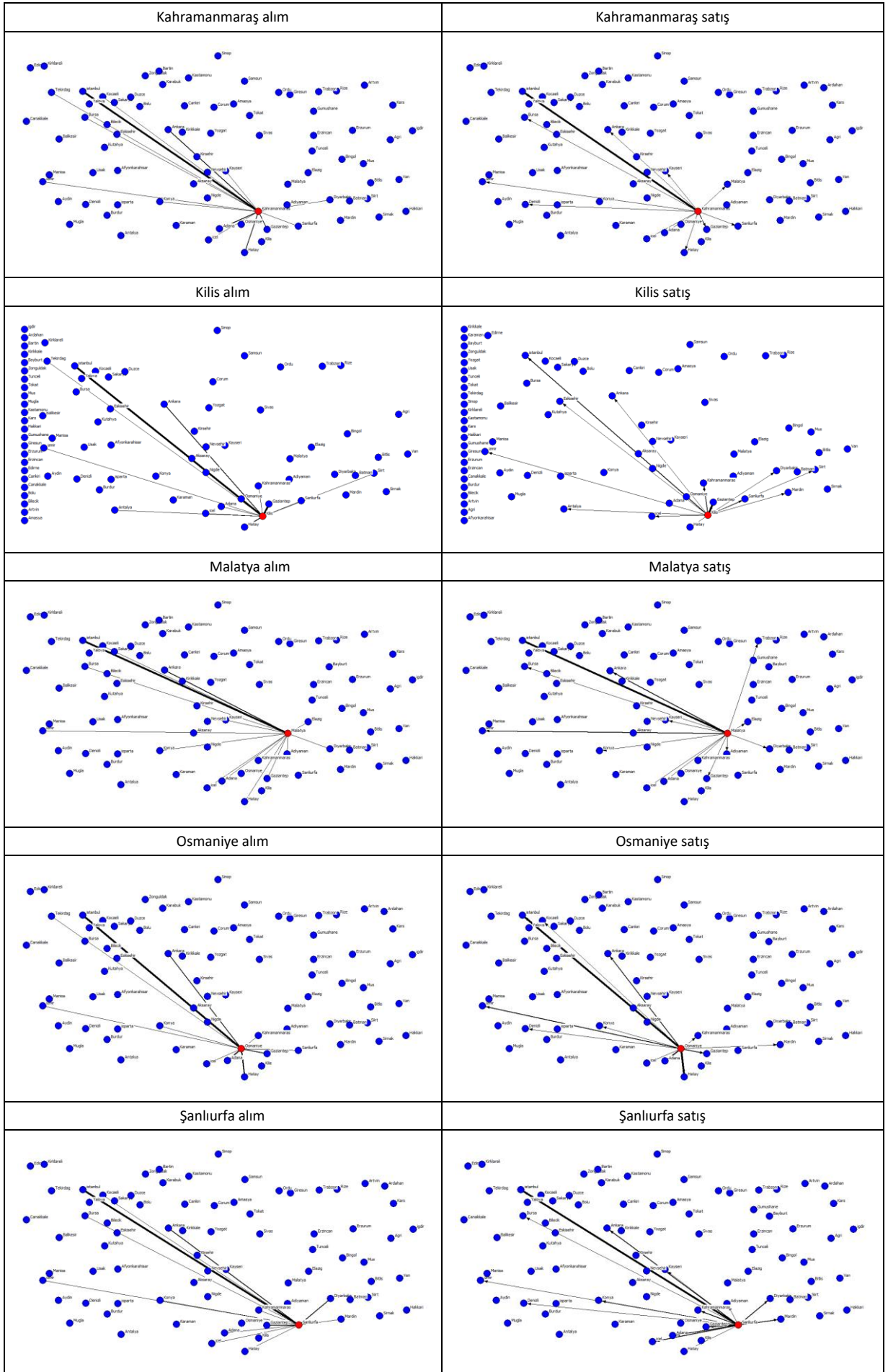
Deprem bölgesindeki iller, dışarıya sattıkları mal itibarıyla incelendiğinde ise yine ilk üç il içinde İstanbul daha çok görülmele birlikte; İzmir, Ankara ve Bursa gibi kentlerin ilk üç

içerisinde alımda olduğu kadar baskın olmadıkları göze çarpmaktadır. Bunun aksine 11 ilin ticari satış bağlantısı itibarıyla ilk üçte yer alan illerin çoğunlukla bu illere komşu olanlar olduğu göze çarpmaktadır. İstanbul, Diyarbakır ve Osmaniye hariç diğer tüm illerin satışında ilk sırada yer almaktadır. Gaziantep, Kahramanmaraş ve Kilis'in ticari satış bağlantısında İstanbul % 50 yakın payı ile birincidir. Bu durum, söz konusu bu üç ilin ihracata dayalı ekonomiye sahip olmalarıyla, İstanbul firmaları için fason üretim yapmalarıyla ve dış satımını İstanbul üzerinden yapmalarıyla ilgili olsa gerek. İstanbul'un satış oranı içindeki payının en düşük olduğu iller Osmaniye (% 25) ve Hatay'dır (%17). Genel olarak illerin ticari satışındaki payı yüksek olan ilk üç il, toplamın yarıya yakınına hatta fazlasını oluşturmaktadır. Bir başka deyişle illerin ticari satışlarında coğrafi anlamda yüksek bir yoğunlaşma görülmektedir. Ancak bu konuda Hatay istisnai bir durum sergilemektedir. Hatay'ın ticari satışının iller arasında daha dengeli dağıldığı, coğrafi yoğunlaşma düzeyinin daha düşük olduğu görülmektedir. Üstelik satış bağlantısının en yüksek olduğu ilk üç il içinde İstanbul ve Ankara'nın ardından Zonguldak gelmektedir. Bunları sırasıyla Gaziantep, Adana ve Mersin gibi yakın iller ile diğerleri takip etmektedir.

Deprem sonrasında illerin ekonomik ve ticari açıdan kayıplarına işaret edebilecek bir başka gösterge ise her bir ilin ticaretinde deprem bölgesi illerinin payıdır. Toplam ticari satışında depremi yaşayan 11 ilin toplam payı Adana için % 19, Adıyaman için % 30, Diyarbakır için % 27, Elazığ için % 13, Gaziantep için % 16, Hatay için % 22, Malatya için % 15, Kahramanmaraş için % 20, Şanlıurfa için % 40, Kilis için % 70 ve Osmaniye için % 52 civarındadır. Bu açıdan Elazığ ve Malatya'nın deprem bölgesi ile ticari bağlarının görece zayıf olması nedeniyle pazar payı itibarıyla daha az kayıp yaşadıkları söylenilebilir. Buna karşın Gaziantep ve Adana da satış portföyünün coğrafi açıdan geniş olması nedeniyle daha az etkilenmektedirler. Ancak pazar bağlantısı itibarıyla en büyük kaybı, Osmaniye'nin ve Kilis'in yaşadığı söylenilebilir. Bu iki ilin pazarlama ağı ve bağlantılarının bölgesel düzeyde yoğunlaşması ve depremin bütün bölgeyi vurması nedeniyle ticari ağ itibarıyla yaşadıkları kayıp daha fazla olmaktadır. Buna karşın bölgesel ekonomiden çok ulusal ekonominin geniş bir kesimiyle entegre olmuş ve diğer illeri de içine alacak şekilde geniş bir coğrafi portföye sahip olan iller ticari bağlantı kaybını daha hafif şekilde hissetmektedirler.







Şekil 2. İllerin ticari bağlantılarına göre ekonomik bağlantısallık haritaları
 Figure 2. Economic connectivity maps of the provinces by their trade linkages.

5. Sonuç

6 Şubat 2023 Pazarcık ve Elbistan depremleri gibi büyük ölçekli afetlerin etkisi yalnızca bu afetlerin gerçekleştiği yerlerin verilerine bakılarak anlaşılabilir. Böylesi büyük bir yıkım ve afet yaşamış herhangi bir ilin orta ve uzun vadede yaşayacağı sosyal ve ekonomik kayıplar, sadece o anda kaybolan insan, bina, işyeri ve sosyal donatıların sayısal miktarı ya da ekonomik tutarı ile sınırlı değildir. Depremi ekonomik açıdan yarattığı kayıp, sadece depremi yaşayan illerin ihracat, üretim, istihdam ve tüketim rakamlarından hareketle ortaya konulamaz. Aynı şekilde illerin demografik ve sosyal açıdan yaşadıkları kayıp da yine sadece depremi yaşayan illerin nüfusundan ve göç verilerinden hareketle ortaya konulamaz. Bu tür veriler somut ve ilk elden ulaşılabilen bu yüzden de yaygın bir şekilde kullanılan veriler olarak elbette kayıp ve hasarların birer göstergesi olarak kabul edilebilir. Ancak depremin yarattığı kayıp ilişkisel bir kayıptır. Yani sadece depremi yaşayan iller değil, onlarla ekonomik ve sosyal açıdan bağlantılı olan iller de bu kayıptan etkilenir. Dolayısıyla depremin ulusal kayıp ve hasar miktarı ilişkisel olarak düşünülmelidir. Bu ilişki ise ancak kayıp yaşayan illerin sosyal ve ekonomik ilişkilerinin coğrafi ya da mekânsal boyutu ortaya konularak kavranılabilir.

Deprem bölgesi dışında hangi il ya da bölge nasıl etkilendi sorusunu sordüğümüzda deprem bölgesi illerinin diğer il ve bölgelerle olan çok sayıda bağlantısına ve ilişkisine bakılmalıdır. Bir başka deyişle illerin sosyal ve ekonomik ilişkilerinin mekânsal örüntüsüne bakmak gerekir. Bu mekânsal örüntüyü ya da coğrafi boyutu anlamaksızın deprem bölgesi üzerinden ülkesel düzeye ulaşan kayıpları tam olarak açıklayamayız. Üstelik depremi yaşayan illerin bağlantılarının ve ilişkilerinin coğrafi boyutu aynı zamanda deprem sonrası mücadele ve toparlanma stratejilerinin etkisini ve hızını kestirmeye de yardımcı olur. Deprem sonrası göç, kentleşme, kırsal boşalma, üretimdeki coğrafi kaymalar, ticari bağlantılardaki değişim ve her tür nüfus hareketliliği gibi gelişmelerin yönü ve şiddeti yine bu sayede daha iyi anlaşılabilir. Afet sonrası rehabilitasyon ile toparlanma ve uyum süreçlerinin külfetinin hangi bölgeler aracılığıyla ne oranda gerçekleşebileceği de yine bu ilişkilerin mekânsallığına bağlıdır.

Çalışma kapsamında yapılan analizler, ekonomik ve sosyal açıdan deprem bölgesindeki illerin ticari ve demografik bağlantılarının çok değişken olduğunu; kimilerinin bölgesel düzeyde yoğunlaşma gösterirken kimilerinin ülke geneline yayılan bir serpilme gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle geleneksel büyük kent merkezleriyle olan yüksek bağlantısallık düzeyine rağmen illerin deprem bölgesindeki komşu illerle ve bölgesel ekonomiyle yüksek entegrasyon ve bağlantısallık düzeyine sahip olduğunu; bunun da depremin ekonomik açıdan yıkıcı etkisini bazı iller için daha da şiddetlendirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlantısallığın çok sayıda il ve bölge ile olmayıp belli iller biçiminde coğrafi yoğunlaşma göstermesi de aynı zamanda bu kaybın şiddetini arttıracak bir faktördür. Kilis gibi demografik bağlantısallık açısından yüksek coğrafi konsantrasyona sahip olan iller, deprem sonrası göç ve sosyal dayanışma süreçleri açısından daha dezavantajlı görünmektedirler. Benzer şekilde ekonomik ya da ticari bağlantısallık itibarıyla sınırlı sayıda il ile ilişkide olan da ekonomik kaybı daha şiddetli yaşayabilmektedirler.

Demografik ve ekonomik bağlantısallığın coğrafi boyutu ya da mekânsal örüntüsü, deprem sonrası orta ve uzun vadede ülkesel yerleşme sisteminde önemli değişimlerin de olabileceğine işaret etmektedir. Özellikle Mersin ve Antalya gibi bölgesel merkezlerin deprem bölgesi illerle güçlü demografik ve ekonomik bağlantıya sahip olmaları, deprem sonrası göçün önemli bir bölümünün bu bölgesel merkezlere yönelebileceğine işaret etmektedir. Özellikle geleneksel büyük merkezlerdeki yaşam koşullarının maliyeti göz önüne alındığında bu olasılık daha da artmaktadır. Ancak deprem bölgesi illerin büyük merkezlerle hala güçlü demografik ilişkiye sahip olmaları göç ve kentleşme açısından depremin büyük şehirlere de ek yük getirdiğini göstermektedir.

Her ne kadar bu çalışma iller ölçeğinde yapılmışsa da elde edilen bulgular deprem bölgesi illerinin demografik ve ekonomik bağlantısallıklarının daha ayrıntılı bir şekilde çalışılması gerektiğini göstermektedir. Özellikle Kahramanmaraş ve Zonguldak gibi yüksek ekonomik bağlantısallık gösteren illerin söz konusu bu bağlantısallığının hangi sektörler aracılığıyla olduğu bu çalışmadaki gibi il ölçeğindeki analizlerle ortaya konulamamaktadır. Bu yüzden iller arası bu tür spesifik durumları sektörel düzeydeki çalışmalarla birleştirmek gerekir. Böylesi bir ilişkiye sahip illerin hangi sektörler üzerinden ve kaç tane firma aracılığıyla bu ilişkiye sahip olduklarının incelenmesi, depremin yarattığı ekonomik kayıpların telafisinin mümkün olup olmadığını, bu kaybın ne tür işbirlikleriyle ve hangi bölge ya da illerle yapılarak telafi edilebileceğini ortaya koyar. Daha da önemlisi, söz konusu kaybın stratejik olup olmadığı da anlaşılabilir olur. İllerin bağlantısallığının coğrafi boyutu, bize ekonomik etkinin ayrıntılı ve doğru tespiti için firma ve sektör bazında, aktör tabanlı ayrıntılı çalışmalara ve sorgulamalara yönelmemiz gerektiğine işaret etmektedir. Bu çalışmada resmedilen ilişkilerin mekânsal boyutu, söz konusu sorgulamaların ve incelemelerin hangi iller arasında yapılması gerektiğini de göstermektedir. Bu yönüyle depremin etkilerini inceleyecek gelecek çalışmaların söz konusu etkilerin ilişkisel okumalarını yapmaları gerektiğini ve bunun için de mekânsal bağlamdan kopuk şekilde düşünmemeleri gerektiğini göstermektedir.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest : Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The author declares that there is no conflict of interest.*

Kaynakça

- AFAD. (2023). *Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremler hakkında basın bülteni-34*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/kahramanmaraşta-meydana-gelen-depremler-hk-34>
- Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi* 2, 1-15.
- Aydın, N. Z. (2023). Depremde boşalan şehirler ve olası sorunlar: Kahramanmaraş örneği. İçinde Özgür, M. & Kırca, M. (Eds.), *Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası için akademik öneriler* (ss. 61-72). Özgür Yayınları.
- Aydınbaş, G. (2023). Sosyoekonomik boyutuyla Türkiye'de depremler üzerine bir inceleme: Kahramanmaraş depremi

- örneği. İçinde Karakuş, G., Yakut, F. & Şimşek, N.D. (Eds.), *Sosyal bilimlere çok yönlü yaklaşımlar: Tarih, turizm, eğitim, ekonomi, siyaset ve iletişim*. (ss. 177-212). Özgür Yayınları.
- Aydoğdu-Gürbüz, İ. & Aslan, B. (2023). Kahramanmaraş depreminde hasar tespit çalışmaları üzerine bir değerlendirme. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4), 180-195.
- Bardakçı, H. & Demirtaş, F. (2023). Doğal afetlerin dış ticarete etkisi: 2023 Türkiye depremleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi. *Avrasya Dosyası Dergisi*, 14(1), 183-204.
- Bilen-Kazancık, L. & Bilen, Ö. (2020). Türkiye'de illerin hiyerarşik ve yatay ilişkilerinin belirlenmesine yönelik bir yöntem denemesi. *Sayıştay Dergisi*, 31(119), 99-128.
- Christaller, W. (1933). *Die zentralen orte in Süddeutschland*. Iena, DE: Fischer.
- Çiğ, F., & Toprak, Ç. C. (2023). Buğday üretimi üzerinde depremlerin etkileri. In Seydoşoğlu, S., & Aydın, Ö. D. (Eds.), *4th. International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress Conference Proceedings Book* (pp. 97-110). Çukurova University.
- Çiçek, H. (2004). *Yerleşme kademelerinin belirlenmesi ve TR83 bölgesi merkezi sistemi*. İçinde Kapusuz, S. (Ed), *Değişen-Dönüşen Kent ve Bölge, 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 28. Kolokyum Bildiriler Kitabı* (ss. 323-340). BRC Basım ve Matbaacılık.
- DPT (1982). *Türkiye'de yerleşme merkezlerinin kademelenmesi – Ülke yerleşme merkezleri sistemi*. Cilt I ve II. Kalkınmada Öncelikli Yörelere Başkanlığı Yayınları.
- Erdoğan-Tarakçı, İ. & Aslan, R. (Eds.). (2023). *Asrın felaketi sosyoekonomik etkileri*. Efe Akademi Yayınları.
- Frenken, K., van Oort, F.G., & Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41, 685-697. <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>
- Gould, K. A., Garcia, M. M., & Remes, J. A. (2016). Beyond "natural-disasters-are-not-natural": the work of state and nature after the 2010 earthquake in Chile. *Journal of Political Ecology*, 23(1), 93-114. <https://doi.org/10.2458/v23i1.20181>
- Gül, K. & Akyol, H. (2023). Kahramanmaraş depreminin bölgenin kırsal kalkınmasına etkisinin incelenmesi. In Seydoşoğlu, S., & Karadağ, Y. (Eds.), *ISPEC 11th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development Conference Proceedings Book* (ss. 700-726). ISPEC Publishing House.
- Güllüpinar, F. (2012). Göç olgusunun ekonomi-politiği ve uluslararası göç kuramları üzerine bir değerlendirme. *Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(4), 53-85.
- Günindi, S. (2000). *Yerleşmeler sistemi ve kentsel nüfus kademelenmesi: Marmara Bölgesi örneği*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Güreşçi, E. (2023). Kahramanmaraş depremi sonrası yeni bir tartışma konusu olarak deprem göçü. İçinde Özgür, M. & Kırca, M. (Eds.), *Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası için akademik öneriler* (ss. 47-60). Özgür Yayınları.
- Gürsakal, N. (2009). *Sosyal Ağ Analizi*. Dora Yayıncılık.
- Hewitt, K. (1998). Excluded perspectives in the social construction of disaster. *International Journal of Mass Emergencies & Disasters*, 13(3), 317-339. <https://doi.org/10.1177/028072709501300307>
- Kaygalak, İ. (2022). Türkiye'de iller arası bağlantısallığın coğrafi boyutu. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(2), 359-382. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1135346>
- Kazancık, L. B. & Bilen, Ö. (2020). Türkiye'de illerin hiyerarşik ve yatay ilişkilerinin belirlenmesine yönelik bir yöntem denemesi. *Sayıştay Dergisi*, 31(119), 99-128.
- Martin R., & Sunley P. (2015). On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. *Journal of Economic Geography*, 15, 1-42.
- Massey, D.S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A., & Taylor, J. E. (1993). Theories of International Migration: A Review and Appraisal. *Population and Development Review*, 19(3), 431-466. <https://doi.org/10.2307/2938462>
- Özgür, M. & Kırca, M. (Eds.). (2023). *Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası için akademik öneriler*. Özgür Yayınları.
- Özüdoğru, B. A. (2023, Mayıs 27). *2023 yılında gerçekleşen Kahramanmaraş merkezli depremin etkileri ve politika önerileri*. <https://www.tepav.org.tr/upload/files/1685435726-1>
- Sağıroğlu, A. Z., Ünsal, R. & Özenci, F. (2023). *Deprem sonrası göç ve insan hareketlilikleri durum değerlendirme raporu*. AYBÜ-GPM. <https://aybu.edu.tr/GetFile?id=159cb272-a951-4f39-91d7-871af8a78996.pdf>
- Say, S., & Doğan, M. (2023). Depremlerin hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi: 2023 yılı Kahramanmaraş depremi örneği. *Social Sciences Research Journal*, 12, 90-97.
- Singh, S. R. (2015). Structural understanding of social production of disasters: perspectives from anthropology. *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*, 5(9), 41-58. [10.5958/2249-7315.2015.00217.8](https://doi.org/10.5958/2249-7315.2015.00217.8)
- STB (2020). *İller ve bölgeler arası sosyo-ekonomik ağ ilişkileri raporu*. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü Yayınları.
- SUBU. (2023). *Kahramanmaraş depremleri ve artçıları, saha gözlemlerini, yapısal hasarları ve ileriye yönelik önerileri içeren değerlendirme raporu*. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi. https://www.subu.edu.tr/sites/subu.edu.tr/files/2023-04/Kahramanmaras%CC%A7%20Deprem%20Raporu_12.04.2023.pdf
- Şen, S. (2023). Kahramanmaraş depremlerinin ekonomiye etkisi. *Diplomasi ve Strateji Dergisi*, 4, 1-55.
- Tetik, N., & Albulut, İ. İ. (2023). 6 Şubat 2023'te yaşanan depremin ekonomik ve finansal etkileri: ihracat üzerinden bir inceleme. İçinde Özgür, M. & Kırca, M. (Eds.), *Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası için akademik öneriler* (ss. 93-103). Özgür Yayınları.
- TÜRKONFED. (2023). *2023 Kahramanmaraş depremi afet ön değerlendirme durum raporu*. Türk Girişimci ve İş Dünyası

Konfederasyonu.

<https://turkonfed.org/tr/detay/3937/2023kahramanmaras-depremi-afet-on-degerlendirme-durum-raporu>

Ünlügenç, U. C., Akıncı, A. C. & Öçgün, A. G. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Gaziantep depremleri; Adana ili ve yakın kesimlerine yansımaları. *Geosound (Yerbilimleri) Dergisi*, 57(1), 1-41.

Wasserman, S. & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University Press.

Wixe, S., & Andersson, A. (2017). Which types of relatedness matter in regional growth? Industry, occupation and education. *Regional Studies*, 51(4), 523-536. <https://doi.org/10.1080/00343404.2015.1112369>

Yakar, M. & Sert-Eteman, F. (2017). Türkiye'de iller arası göçlerin nodexl ile sosyal ağ analizi. *Göç Dergisi*, 4(1), 82-109.

Zeyneloğlu, S. & Dökmeci, V. F. (2010). Türkiye'de yerleşim birimlerinin büyüklük dağılımı ve merkezi yerlerin nüfuslarındaki değişim. *ITUDERGISI/a: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 9(1), 194-114.



Deprem ve ulaşım: Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinin ulaşım ile ilişkili mekânsal yansımaları

Earthquake and transportation: Spatial reflections of Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) earthquakes on transportation

Muzaffer Bakırcı^{a*}  Müjde Aydoğdu^b 

^aİstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul Türkiye.

^bİnönü Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Malatya, Türkiye

ORCID: M.B. 0000-0002-4848-3086; M.A. 0000-0002-1452-7730

BİLGİ/INFO

Geliş/Received: 13.05.2023

Kabul/Accepted: 11.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Deprem ve ulaşım
Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremleri
Mekânsal yansımalar

Keywords:

Earthquake and transportation
Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) earthquakes
Spatial reflections

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Bakırcı) mubak@istanbul.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1296634



Atıf/Citation:

Bakırcı, M., & Aydoğdu, M. (2023). Deprem ve ulaşım: Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinin ulaşım ile ilişkili mekânsal yansımaları. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 115-129. <https://doi.org/10.17211/tcd.1308233>

ÖZ/ABSTRACT

Bu çalışmada Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinin ulaşım ile ilişkili mekânsal etkilerine odaklanılmıştır. Betimsel olarak hazırlanan çalışmada, deprem bölgesinde yer alan 11 ilin ulaşım ile ilişkili mevcut durumu ele alınmış, ardından ulaşım sistemlerinin her birinin depremle etkileşimi analiz edilmiştir. Çalışma verisini, kamu idaresi tarafından oluşturulan istatistikler, medya organlarında paylaşılan haberler ve sahadaki gözlemler oluşturmaktadır. Türkiye toplam nüfusunun %16,4'ünün yer aldığı deprem bölgesinde tüm ulaşım sistemlerine (karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu, boru hatları) ait unsurların var olduğu görülmektedir. Bölgede depremin ulaşım sistemleri üzerindeki etkisi farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Yer yer meydana gelen yol çökmeleri, köprü ve viyadük hasarları karayolu ulaşımını güçleştirirken, demiryolu hatlarında ray hasarlarının meydana gelmesi bu ulaşım sisteminden de gereği kadar yararlanılmasını kısıtlamıştır. Bölge ulaşımında önemli bir etkiye sahip olan havayolu ulaşımında ise pist ve terminal binalarında meydana gelen hasarlar bazı havaalanlarında erişimi belirli bir süre durma noktasına getirmiştir. Yine bölge limanlarında rıhtımların zarar görmesi ve İskenderun Limakport limanında yangın çıkması denizyolu ulaşımın etkisini zayıflatırken, az sayıda olmakla birlikte boru hatlarında meydana gelen patlama ve çıkan yangınlar diğer bir sorun alanını teşkil etmiştir. Sonuç olarak, şiddeti, etki alanının genişliği ve yarattığı tahribat bakımından geçmişte Türkiye'de yaşanan depremlerden farklılaşan Kahramanmaraş Depremleri, deprem-ulaşım ilişkisinin yeniden yorumlanmasını ve sorgulanmasını sağlayacak niteliktedir.

This study focuses on the spatial effects of the Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) earthquakes on transportation. The study has been prepared descriptively. In the study, firstly, the current situation of transportation in 11 provinces in the earthquake zone was discussed, then the interaction of each of the transportation systems with the earthquake was analyzed. The data of the study consisted of statistics created by the public administration, news shared in the media and observations in the field. 16.4% of Türkiye's total population lives in the earthquake zone. There are elements of all transportation systems (road, railway, airway, seaway, pipelines) in the region. The impact of the earthquake on the transportation systems in the region occurred at different levels. While road collapses, bridge and viaduct damages that occurred in places made road transportation difficult in the region, the occurrence of rail damage on railway lines limited the use of this transportation system as much as necessary. In air transportation, which is expected to be the most effective system in regional transportation, damage to the runway and terminal buildings brought access to a halt for a certain period of time in some airports. The damage to the docks at the regional ports and the fire in the limakport port weakened the effect of sea transportation. Although few in number, explosions and fires in pipelines constituted another problem. As a result, it differentiates the Kahramanmaraş Earthquakes from the earthquakes experienced in Turkey in the past in terms of its intensity, extent of impact and the damage it causes. This situation will enable the reinterpretation and questioning of the earthquake-transportation relationship in Turkey.

Extended Abstract

Introduction

The phenomenon of transportation has come to the present day by experiencing great changes from the beginning. Although there have been radical changes in the types and qualities of vehicles in the historical process, the main purpose of transportation has always remained the same. This aim is to provide the fastest, easiest and most economical movement of passengers, cargo and information between spatial units. The need for transportation is an important part of our lives today and has become an indispensable necessity. Its importance in terms of both political, economic, social and environmental aspects makes transportation one of the main policy areas. Transportation is shaped under the influence of many factors. These factors are geographical location, distribution characteristics of sea and land, distance, climate characteristics, topographic conditions, natural vegetation, epidemics, tsunami, volcanic eruptions, earthquakes, social structure and demands of the population, political preferences, level of economic development, wars and conflicts. Earthquakes, one of the natural factors affecting transportation, cause many interconnected problems, especially due to the destruction they cause in transportation infrastructure. This situation is not only at the stage of taking aid to the earthquake area, but also makes it difficult or completely eliminated for the rapid and healthy evacuation from the earthquake area. Kahramanmaraş Earthquakes (Pazarcık-Elbistan) have different characteristics in terms of their occurrence in close time periods, their intensities and the size of their impact areas. This situation makes it necessary for Turkey to re-examine the transportation-earthquake relationship with its different dimensions.

Data and Method

The main purpose of this study is to analyze the spatial reflections of Kahramanmaraş Earthquakes. In this descriptive study, the basic features of the transportation systems of the zone were evaluated in the light of statistical information and then the damage and problems in each transportation system due to earthquakes were questioned.

Results and Discussion

The findings obtained in the study showed that significant damage occurred in almost all transportation systems that interrupted transportation, which created serious obstacles to the timely and adequate delivery of aid activities for the region. Road collapses in the main arteries of highways, damages in bridges and viaducts, destruction of runways and service buildings at airports, breaks in railway lines, explosions in natural gas pipelines, fires in ports and interruptions in communication, pointed out that the negative effects of the earthquake on all transportation systems. *Road transportation*; the damage to the highways and the viaducts on these roads, for which special attention was paid to the planning and construction against natural disasters, made it necessary to evaluate these lines from a new perspective. Because highways are the types of roads that can be transported quickly and with high capacity. Again, the damages on the secondary roads and the bridges over these roads made it difficult to bring aid to the re-

gion and to evacuate the earthquake victims from the region. Another issue that should be emphasized in road transportation is the reconsideration of driver behavior in natural disasters such as earthquakes. As a matter of fact, the density created by civilian vehicles trying to reach the region made it difficult for aid vehicles to reach the region. In such cases, the public authority may take some measures, but citizens must also show the necessary sensitivity. There are no high-speed train lines in the region, and railway transportation is provided by conventional lines. *Railway transportation* in the region is carried out in the form of main line and regional lines. The damage to the rails of some lines in the region due to the earthquake caused interruptions in railway transportation for a while. On the other hand, the deformations in the rails revealed the intensity and destructive aspect of the earthquake. *Air transportation*, which provides transportation opportunity largely independent of physical space, is of vital importance in delivering emergency aid to the earthquake area. However, the damages that occur in this transportation system, especially in the airport runway area, make it impossible to reach by air transport. Undoubtedly, while the airports are being built, the seismic characteristics and ground structure of the region are carefully examined and a construction technology is developed accordingly. Although the damage to the runway in some of the airports in the earthquake zone or the damage to the terminal building can be associated with the severity of the earthquake, it requires a review of the airport construction process. Although the earthquake zone offers more limited opportunities in terms of *sea transportation*, it could be used effectively to partially compensate for the disruptions in other transportation systems. But, the damage and the fire in the docks of the busiest ports of the region have rendered these ports unusable. Similarly, the explosion and the fire that occurred in the *pipeline* due to the earthquake in the region brought along doubts about the construction of these structures, which serve for the transportation of dangerous goods such as crude oil and natural gas, and which should be very careful in their construction. As a matter of fact, these lines should be subjected to a risk assessment again in terms of the possible environmental threats they may create, as well as the problem it poses in delivering gas or crude oil to the areas. *Communication* is one of the basic needs of today's modern life. This need becomes much more meaningful in disaster situations than in normal life. Ensuring coordination or detecting damages as well as responding to requests for assistance in the fastest way is possible with a communication infrastructure that can operate uninterrupted. In this respect, it is not possible to argue that the required level of service has been provided in the earthquake zone. Undoubtedly, it is a known fact that large-scale earthquakes have devastating effects on human structure. However, the transformation of earthquakes into disasters, which is a natural movement of the world, is again a result of human behavior and actions. In this respect, minimizing the damages of earthquakes will be possible with scientific and realistic decisions that people will make. The most important *result* of the Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) earthquakes, which make a difference in terms of severity and impact area, is that this geographical location has the potential to produce severe earthquakes beyond what is known. Therefore, it is imperative to take the necessary measures to minimize the damage caused by earthquakes.

1. Giriş

Yolcu ve yüklerin mekânsal üniteler arasında çeşitli araçlar yardımıyla yer değiştirmesi anlamına gelen ulaşım, insanlık tarihinin başlangıcından beri üzerinde en fazla durulan ve geliştirilmeye çalışılan alanlardan biri niteliğindedir.

Temel işlevi yolcu ve yüklerin çeşitli araçlar yardımıyla yer değiştirmesi olmakla birlikte farklı cümlelerle tanımlandığı görülmektedir. Örneğin Türk Dil Kurumu Sözlüğünde ulaşım kavramı, "bir şeyi bir yerden başka bir yere aktarma" şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 2023). Başka bir çalışmada ise ulaşım daha geniş bir perspektifte ele alınmış ve "bir yarar sağlamak üzere insanın veya eşyanın (ham madde, mamul madde) çeşitli ulaşım sistemleri ve bunlar üzerinde işleyen araçlarla bölgeler, ülkeler, kıtalar arasında olmak üzere ekonomik, hızlı, konforlu ve güvenli olarak yer değiştirmesi" şeklinde tanımlanmıştır (Taşlıgil & Şahin, 2022:1).

Ulaşımın çok yönlü ve çok bileşenli yapısı geçmişten beri çok sayıda akademik çalışmaya konu olmasını beraberinde getirmiştir. Bu çalışmalar farklı bilim dallarına mensup üyeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Coğrafyacılara da ulaşımın farklı yönlerini ele alan çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren ulaşım konusunda bilimsel çalışmaların gerçekleştirilmeye başlandığını, zaman içerisinde bu çalışmaların nicelik olarak artış gösterdiği ve içeriğinin ise farklılıklar arz ettiği görülmektedir. Bakırcı tarafından gerçekleştirilen ve "Türkiye’de Ulaşım Coğrafyası Literatür Analizi" başlığını taşıyan çalışmada konu çok detaylı olarak incelenmiştir (Bakırcı, 2019). Adı geçen çalışmada; Türkiye’de ulaşım ile ilgili çalışmaların bir bölümünün ulaşım sektörünü bir bütün olarak ele aldığı (Tümertekin, 1987; Taşlıgil, 2010; Deniz 2016; Bakırcı, 2018), bir bölümünün karayolu, denizyolu, demiryolu veya havayolu gibi sadece bir ulaşım sistemini konu edindiği (Selen, 1943; Kapluhan, 2014, Karabulut, 1997; Güney, 2001; Eken, 2006; Taşlıgil, 1997; Bakırcı, 2012a), bazı çalışmaların ise spesifik bir konuya odaklandığı anlaşılmaktadır (Taşlıgil, 1996; Özgür, 1999; Girgin vd., 2001; Deniz & Yazıcı, 2003; Taşlıgil, 2004; Şahin 2013; Bakırcı, 2012b; Sertkaya Doğan, 2013; Çağlıyan & Bozkurt Yıldız, 2013; Bakırcı, 2013; Kırlangıçoğlu, 2016; Şahin & Alım, 2017).

Ulaşımı genel hatlarıyla ele alan çalışmalar içerisinde ekstrem hava olaylarının ve doğal afetlerin ulaşım etkisi kısmen ele alınmakla birlikte, doğrudan doğal afet-ulaşım ilişkisine odaklanan çalışmaların sayısının fazla olmadığı anlaşılmaktadır. Bu çerçevede gerçekleştirilen çalışmaların daha ziyade heyelan, sel ve pandemi gibi doğal afetlere odaklandığı görülmektedir (Şahin & Karabağ, 1994; Bulut vd., 2004, Bakırcı, 2020). Deprem-ulaşım ilişkisi ise daha ziyade inşaat mühendisliği bakımından ele alınmakta (Taş, 2003; Karaşin & Öncü, 2009; Demir & Saltan 2017), depremin yerleşim birimleri üzerindeki etkisi inceleme konusu olmaktadır. Ancak depremin doğrudan ulaşım üzerinde etkisi ve yarattığı tahribatı inceleme konusu yapan akademik çalışma çok fazla değildir (Özçelik & Kazan, 2022). Bu yönüyle bu çalışmanın literatüre katkısının olacağı değerlendirilmektedir.

Ulaşımın; ekonomik, siyasal, toplumsal ve çevresel yönden önemi (Rodrigue, 2013) onun her dönem öncelikli bir politika

alanı olmasını beraberinde getirmektedir. Bir yandan ulaşım faaliyetleri sonucu elde edilen yüksek gelir, diğer taraftan tarım, sanayi, ticaret ve turizm gibi diğer ekonomik faaliyetlerinin gelişimine katkısı, onu ekonomik açıdan öne çıkarırken, ekonomik potansiyelin harekete geçirilmesi amacıyla ulaşım altyapısına yapılan büyük yatırımlar onu siyasal yönden vazgeçilmez kılmaktadır. Elbette burada en dikkat çeken husus toplumun ulaşım ile ilgili talepleridir. Mevcut nüfusun temel hizmetlere erişiminde ve toplumsal etkileşimde bulunmasında ulaşım imkânlarının düzeyi belirleyici olmaktadır. Son olarak tüm ulaşım sistemlerinde aynı düzeyde olmamakla birlikte, ulaşımın çevre üzerindeki etkisi, ulaşım altyapısı oluştururken çevresel hassasiyetlerin göz önünde bulundurulmasını zorunlu kılmaktadır.

Ulaşım bütünlüğü, birçok fiziki ve beşeri coğrafya faktörünün etkisi altında biçimlenmektedir. Bu çerçevede ulaşımı etkileyen fiziki coğrafya faktörlerini; coğrafi konum, deniz ve karaların dağılışı özellikleri, mesafe, iklim özellikleri, topografik şartlar, doğal bitki örtüsü, salgın hastalıklar, tsunami, volkan patlamaları ve depremler oluştururken, beşeri coğrafya faktörlerini ise; nüfusun sosyal yapısı ve talepleri, politik tercih ve öncelikler, ekonomik gelişmişlik düzeyi, savaşlar, çatışmalar ve siyasal gerilimler teşkil etmektedir. Bu faktörlerden biri olan ve çalışmanın konusunu oluşturan depremler, şiddetlerine göre mekânda büyük hasarlar oluşturabilecek doğal olaylardır.

Yerleşim birimleriyle birlikte ulaşım hizmet eden unsurlarda da büyük yıkımlara yol açan bu yer sarsıntıları, köprü ve viyadüklerin hasar görmesi veya yıkılması, risk nedeniyle tünellerin belirli bir dönem kullanılmaması, liman ve iskelelerin tahrip olması gibi birçok olumsuzluğu beraberinde getirebilmektedir. Diğer taraftan depremde zarar görenlere gerekli yardımın götürülmesinde ulaşımın kesintisiz sağlanması zorunluluğu, ulaşım planlamaları yapılırken, sahanın sismik durumunun özellikle dikkate alınması gerekliliğini de ortaya koymaktadır.

2. Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, Kahramanmaraş depremlerinin mekânsal yansımalarını analiz etmektir. Betimsel olarak hazırlanan çalışmada, istatistik bilgileri ışığında sahanın ulaşım sistemlerine ilişkin temel özellikleri değerlendirilmiş, ardından depremler nedeniyle her ulaşım sisteminde meydana gelen tahribat ve sorunlar sorgulanmıştır. Çalışma verisini, kamu idaresi tarafından oluşturulan istatistikler, medya organlarında paylaşılan haberler ve sahadaki gözlemler oluşturmuştur.

3. Bulgular

3.1. Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) Depremleri

Yaşanan depremlerin ulaşım üzerindeki etkisine geçmeden önce, depremin temel bazı özelliklerini vurgulamakta fayda olacaktır. Öncelikle şunu ifade etmek gerekmektedir ki, sahip olduğu jeolojik özellikler dolayısıyla Anadolu’nun büyük ölçüde sismik hareketlerin yaşandığı bir coğrafi mekân olduğu zaten bilinmektedir. Tarihsel süreç içinde yaşanan depremler konusunda da ne yazık ki acı tecrübelerle sahiptir. Dolayısıyla bu sahanın belirtilen temel özelliğini değiştirme imkânı olmadığına göre, geriye kalan tek seçenek bu yapıya uyum sağlamak olacaktır. Ancak bütün bilimsel bilgi birikimine ve trajik deneyimlere rağmen ne yazık ki her sarsıntıda yeniden yıkımlar olmakta

ve çok sayıda can kaybı yaşanmaktadır.

06 Şubat 2023 tarihinde, önce saat 04.17'de merkez üssü Pazarcık olan 7,7 şiddetinde, sonrasında aynı gün 13.24'te merkez üssü Elbistan olan 7,6 şiddetindeki Kahramanmaraş depremlerinin geçmişte Türkiye'de yaşanan depremlerden farklı kılan bazı özellikleri bulunmaktadır. Ulaşımı da doğrudan etkileyen bu özellikler deprem algısının yeniden yorumlanmasını ve sorgulanmasını sağlayacak niteliktedir. Bu özellikleri; kısa zaman diliminde (yaklaşık 9 saat arayla) ardarda gerçekleşen yüksek şiddette iki bağımsız deprem olması, depremin etkilediği alanın genişliği (11 il - 108.745 km²-Harita Genel Müdürlüğü, 2023), sarsıntı süresi (65 saniye ve 45 saniye), ortaya çıkardığı yıkımın boyutu (190.172 yıkılan konut ve işyeri), doğrudan etkilediği nüfus miktarı (14 milyon kişi), sebep olduğu ölüm ve yaralanmalar (22 Nisan 2023 tarihi itibarıyla 50.783 ölü ve 71.866 yaralı) şeklinde sıralamak mümkündür. Belirtilen bu özellikler gerek sahaya yardımın götürülmesi ve gerekse bölgeden tahliyelerin gerçekleştirilmesi aşamalarından büyük sorunların yaşanmasını beraberinde getirmiştir.

3.2. Deprem Bölgesinin Genel Coğrafî Özellikleri

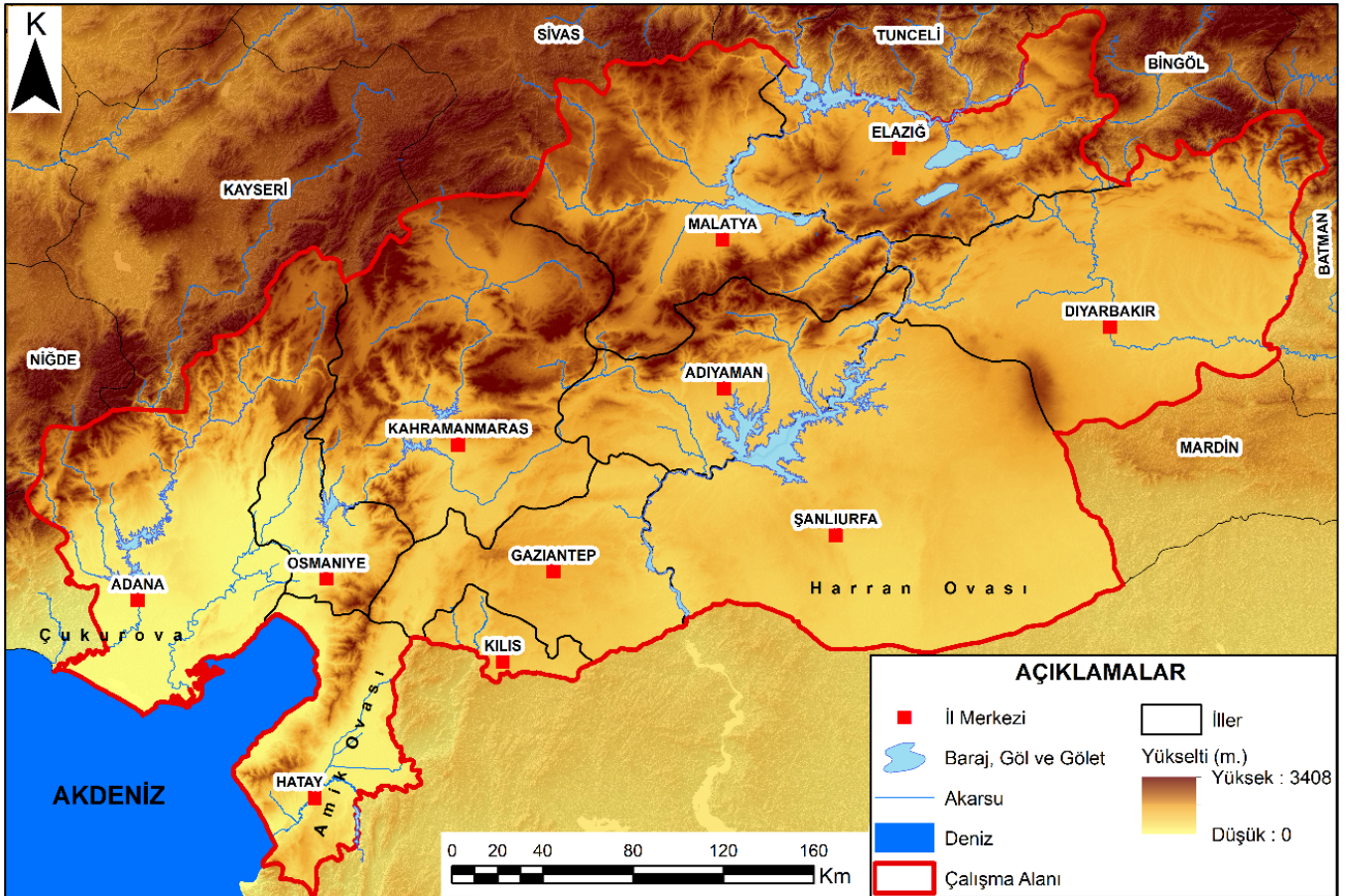
Ülkemizin, Akdeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde konumlanmış olan illeri doğrudan etkileyen, diğer komşu illerde ise görece daha az olumsuzluklara yol açan Kahramanmaraş Depremleri, farklı coğrafî özelliklere sahip olan çok geniş bir sahayı etkilemiştir (Şekil 1).

Bölge; Çukurova, Maraş Ovası, Amik Ovası, Harran Ovası ve Adı-

yaman-Şanlıurfa Platosu gibi düzlük alanların geniş yer kapladığı bir saha olmasına karşın, aynı zamanda Malatya Dağları ve Amanos Dağları gibi yükseltileri de bünyesinde barındırmaktadır. Bu dağlık kesimler özellikle farklı coğrafî koşullara sahip sahalar arasında stratejik geçiş noktaları niteliğindedir. Topografik şartlar bölgede ulaşım ağının oluşmasında da etkili olmaktadır. İlerleyen bölümlerde ulaşım sistemleri özelinde detaylı olarak ele alındığı üzere, bu durum deprem anında ulaşım sistemlerinin kullanılabilirliğinde de belirleyici rol oynamıştır.

Deprem bölgesi, topografik özelliklere benzer şekilde farklı iklim özelliklerini de bünyesinde barındırmaktadır. Bölge'de sıcak ve ılıman karaktere sahip olan Akdeniz iklimiyle birlikte kurak ve yarı kurak iklim özellikleri görülmektedir. Depremin kış mevsiminde meydana gelmiş olması, yöre halkının hava şartları bakımından büyük güçlükler yaşamasına neden olduğu gibi, enkaz altında kalan kişilerin soğuk hava nedeniyle kısa sürede hayatını kaybetmesi riskini de beraberinde getirmiştir. Diğer taraftan nispeten dayanılabilir düzeyde sıcaklık şartlarına sahip olan kesimlerde insanların bir süre dışarıda kalması mümkün olmuş ancak kar yağışının devam ettiği ve gece saatlerinde sıcaklığın sıfırın altına düştüğü kesimlerde yaşam şartları hayatta kalanlar için büyük ölçüde güçleşmiştir.

Sadece alansal genişlik açısından değil, aynı zamanda etkilediği nüfus miktarı bakımından da depremin boyutları inanılmaz seviyelere ulaşmıştır. Bölgede yer alan Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde yerleşik bulunan 14 013 196 kişi depremden etkilenmiştir (Tablo 1).



Şekil 1. Depremin doğrudan etkilediği iller.

Figure 1. Provinces directly affected by the earthquake.

Tablo 1. Depremden etkilenen illerin toplam nüfus miktarları.**Table 1.** Total population quantities of the provinces affected by the earthquake.

Sıra	İl Adı	Toplam Nüfus (2022)	11 İl İçindeki Payı (%)
1	Adana	2 274 106	16.2
2	Adıyaman	635 169	4.5
3	Diyarbakır	1 804 880	12.9
4	Elazığ	591 497	4.2
5	Gaziantep	2 154 051	15.4
6	Hatay	1 686 043	12.0
7	Kahramanmaraş	1 177 436	8.4
8	Kilis	147 919	1.1
9	Malatya	812 580	5.8
10	Osmaniye	559 405	4.0
11	Şanlıurfa	2 170 110	15.5
11 İl Toplam		14 013 196	100.0
Türkiye Toplam		85 279 553	16.4

Kaynak: TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verileri-2023.

Adı geçen iller arasında toplam nüfusu 1 milyonun üzerinde olan altı il yer alırken, bunlardan üçünün nüfusu 2 milyon üzerindedir. Bahsi geçen nüfusun bir bölümü depremle birlikte hayatını kaybederken, neredeyse tamamı farklı düzeylerde depremin olumsuz etkilerine maruz kalmıştır. Diğer taraftan özellikle konutların yıkılması veya hasar görmesi yöre nüfusunun bir bölümünün bölge dışına çıkmasını zorunlu hale getirmiş, kalan nüfusta ise deprem korkusu, konutların uzun bir süre kullanılamaması sonucunu doğurmuştur.

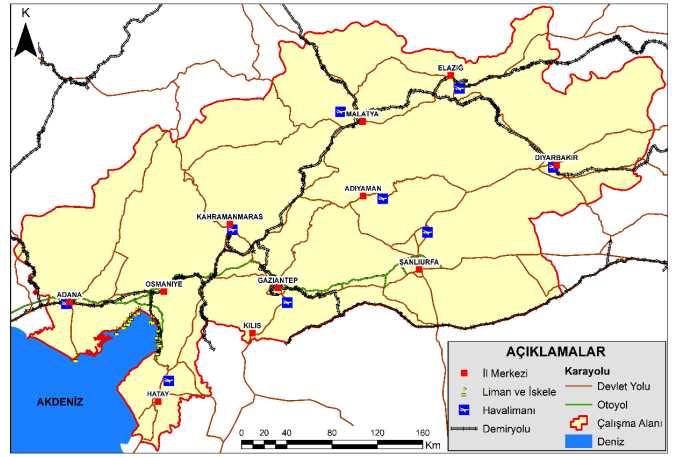
3.3. Deprem Etkisinin Ulaşım Sistemlerine Göre Analizi

Depremün ulaşım sistemleri üzerindeki etkisi veya ulaşım sistemlerinin depreme müdahale aşamasındaki katkıları farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. Buna ilişkin açıklamalar, her bir ulaşım sistemi özelinde aşağıda ifade edilmiştir. Belirtilen çerçevede önce ulaşım sisteminin bölgedeki mevcut durumu istatistiksel veriler ışığında ele alınmış, ardından depremle ilişkili özellikleri açıklanmıştır.

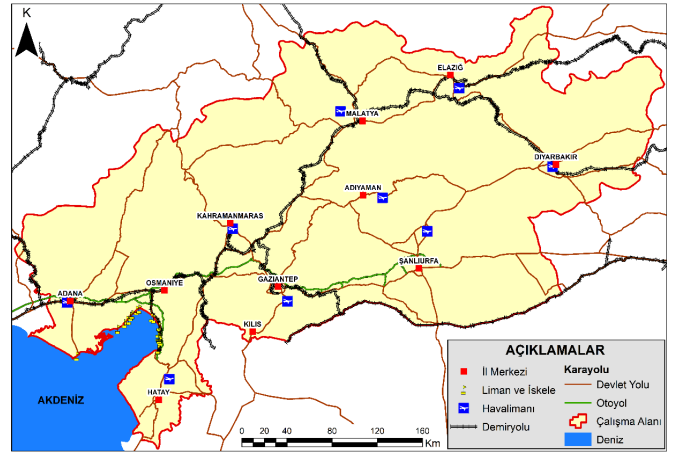
Bölge genel olarak incelendiğinde tüm ulaşım sistemlerine ait unsurların yer aldığı, dolayısıyla farklı ölçeklerde de olsa bölgeye tüm ulaşım yollarıyla erişimin sağlanabildiği anlaşılmaktadır. Genel karayolu ulaşımı yanında otoyolların varlığı, demiryolu hatlarının bölgede yer alması, illerin önemli bir bölümünün sınırları içinde birer havaalanının konumlanmış olması, bölgenin önemli petrol ve doğalgaz boru hatlarının güzergâhı üzerinde yer alması ve nihayet Akdeniz kıyısında limanlarının varlığı, tüm ulaşım sistemlerinin bölgeye erişimde veya bölgeden ayrılıştaki kullanılabileceği anlamına gelmektedir (Şekil 2).

3.3.1. Karayolu ulaşımı

Karayolu ulaşımı, özellikle kapıdan kapiya taşıma yapabilme niteliğiyle diğer ulaşım sistemlerinden farklılaşmaktadır. Dolayısıyla aktarma gerektirmemesi karayolu ulaşımını en ücra köşelere erişim sağlamada avantajlı bir duruma getirmektedir. Yine bu ulaşım sisteminde alternatif güzergâh üretmek daha kolay olurken, farklı amaçlara hizmet edecek araçların kullanılabilmesi de sistemi öncelikli hale getirmektedir. Dolayısıyla karayolu ulaşımında meydana gelebilecek bir olumsuzluk, hedef noktaya hızlı erişimi büyük ölçüde kısıtlamaktadır.

**Şekil 2.** Deprem bölgesi ulaşım yapısı.**Figure 2.** Earthquake zone transportation structure.

Deprem bölgesinde yer alan illerin sınırları içinde kalan devlet ve il yollarının toplam uzunluğu 8 572 km'yi bulmaktadır (Şekil 3). Bu uzunluk, Türkiye genelinde aynı nitelikteki yolların yaklaşık %13'üne tekabül etmektedir (Tablo 2). Bölge illeri içinde en uzun Devlet ve İl Yolu Malatya ili sınırları içinde yer alırken, bu ili Şanlıurfa ve Diyarbakır takip etmektedir.

**Şekil 3.** Deprem bölgesi ana karayolu hatları.**Figure 3.** Earthquake zone main highway lines.**Tablo 2.** Deprem bölgesi illerinin toplam devlet ve il yolu uzunlukları.**Table 2.** Total state and provincial road lengths of earthquake zone provinces.

Sıra	İl Adı	Devlet ve İl Yolları Uzunluğu (Km)	11 İl İçindeki Payı (%)
1	Adana	904	10.5
2	Adıyaman	789	9.2
3	Diyarbakır	1 081	12.6
4	Elazığ	829	9.7
5	Gaziantep	515	6.0
6	Hatay	635	7.4
7	Kahramanmaraş	957	11.2
8	Kilis	151	1.8
9	Malatya	1 222	14.3
10	Osmaniye	293	3.4
11	Şanlıurfa	1 196	14.0
11 İl Toplam		8 572	100.0
Türkiye Toplam		65 056	13.2

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, 2023. Devlet ve İl Yolları Envanteri.

Deprem etkilediği illerin bir bölümüne aynı zamanda otoyol sistemiyle de erişim sağlamak mümkündür. Bu çerçevede Pozantı ilçesinde Adana ili sınırlarına dâhil olan Otoyol, Adana il merkezinden geçerek Osmaniye'ye ulaşmakta, buradan da Amanos Dağlarını aşarak Gaziantep yönüne devam etmektedir. Adı geçen otoyolla Şanlıurfa il merkezine kadar mesafe kat etmek mümkündür. Osmaniye'den ayrılarak Hatay'ın İskenderun ilçesine kadar uzanan bir hat ile Adana'dan ayrılarak Mer-sin'e ulaşan hat bölgenin otoyol ağını teşkil etmektedir.

Deprem Bölgesi illeri karayolu ulaşımı bakımından değerlendirildiğinde, güçlü bir karayolu ağına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Gerek bölünmüş yol niteliğindeki karayolları, gerekse üzerinde erişimin kontrollü gerçekleştirildiği otoyollar, illerin birbirine bağlanmasında önemli bir işlev üstlenmektedir. Belirtilen güçlü karayolu ağına karşın, deprem esnasında meydana gelen bazı hasarlar bölgeye erişimi kesintiye uğratmış veya çok yavaş gerçekleşmesine neden olmuştur. Depremın karayolu üzerindeki olumsuz etkileri; yol çökmesi, köprü ve viyadüklerde hasar meydana gelmesi, heyelan nedeniyle yolun kapanması şeklinde cereyan etmiştir. Depremın ilk gününde karayollarındaki ulaşım ile ilgili yapılan duyuruda aşığıdaki bilgilere yer verilmiştir (T24, 2023).

Adıyaman: 02-01 KK No'lu Adıyaman-Çelikhan İl Yolundaki Bulam-3 Köprüsü deprem nedeni ile yıkılmış olup yol güzergâhı ulaşımına kapalıdır. 02-77 KK No'lu Çelikhan-Sürgü yolundaki Balıkburnu Köprüsü deprem nedeni ile yıkılmış olup yol güzergâhı ulaşımına kapalıdır. **Şanlıurfa:** Şanlıurfa-Gaziantep Otoyolu ulaşımına açıktır. **Malatya:** Malatya-Sivas arasındaki Tohma Köprüsündeki hasar nedeni ile ulaşım, yanındaki köprüden gidış geliş şeklinde sağlanmaktadır. Erkenek Tünelinde iki tüpten biri hasar görmüş ve yol güzergâhında oluşan heyelan nedeniyle 850-11 KK No'lu Devlet yolu Sürgü-Gölbası arası ulaşımına kapatılmıştır. **Kahramanmaraş-Gaziantep:** Narlı-Nurdağı istikameti 052-15-20 No'lu yolda oluşan çökmeler nedeniyle trafiğe kapatılmıştır. Nurdağı-Narlı istikameti 052-14-00 No'lu yolda oluşan çökmeler nedeniyle trafiğe kapatılmıştır. Osmaniye-Gaziantep istikameti 052-13-01 Şehitler Viyadüğündeki hasarlar ve yolda oluşan çökmeler nedeniyle tamamen trafiğe kapatılmıştır. Osmaniye-Gaziantep istikameti 052-13-05 Başpınar Viyadüğündeki hasarlar ve yolda oluşan çökmeler nedeniyle tamamen trafiğe kapatılmıştır. Osmaniye-Gaziantep istikameti ve Gaziantep-Osmaniye istikameti 052-11,052-12,052-13 KK No'lu yolda oluşan çökmeler nedeniyle tamamen trafiğe kapatılmıştır. 400-22 KK No'lu Devlet yolu Nurdağı-Gaziantep istikametine Sakçağöze mevkiinde meydana gelen heyelan nedeniyle ulaşım tek şeritten kontrollü olarak sağlanmaktadır. **Hatay:** 420-02 Hatay-Reyhanlı Devlet yolu yolda meydana gelen deprem hasarları nedeniyle ulaşımına kapalıdır. 825-08 KK No'lu Topboğaz-Kırıkhan yolunda meydana gelen çökme nedeniyle yol ulaşımına kapatılmıştır.

Karayollarında meydana gelen hasarların büyük ölçüde Kahramanmaraş-Gaziantep illeri sınırları içindeki yollarda gerçekleştiği, özellikle bölgeye batıdan giriş sağlayan ana akslardan Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) otoyolunda meydana gelen hasarların kilit rol oynadığı anlaşılmaktadır (Şekil 4).

Depremın üçüncü gününde Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan açıklamada (Anadolu Ajansı, 2023b) ana arter-



Şekil 4. Deprem nedeniyle kapanan yol güzergâhları (Anadolu Ajansı, 2023a).

Figure 4. Road routes closed due to earthquake (Anadolu Ajansı, 2023a).

lerin trafiğe açıldığı, deprem nedeniyle trafiğe kapalı güzergâhın bulunmadığı ifade edilmiştir.

Karayollarında meydana gelen hasarlar, depremin şiddetini ve tahripkâr niteliğini ürkütücü bir şekilde ortaya koymaktadır. Yolların çöktüğü, devasa yarıkların oluştuğu ve adeta parçalandığı görünüm (Fotoğraf 1) bir yanda depremin şiddetine işaret ederken, diğer taraftan yol inşaa mühendisliğinin de sorgulanmasını beraberinde getirmiştir.

Tarsus-Adana-Gaziantep otoyolundaki hasarlar nedeniyle alternatif güzergâhlar devreye alınmış, bu çerçevede alternatif yol olarak belirlenen D-400 Devlet Yolu deprem günü akşam saatlerinde Gaziantep Valiliğinin aldığı kararla ikinci bir emre kadar sadece acil araç geçişlerine açık hale getirilmiştir.

Depremın otoyol üzerindeki olumsuz etkisine en çarpıcı görüntü, Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) otoyolunun Pazarcık ayırımında, Çoçelli Mahallesi yakınlarında yer alan bağlantı yolunda meydana gelmiştir. Buradaki yol kavşağı adeta paramparça olmuş, yolun bu bölümünde yer yer derinliği 2 metreyi bulan yarıklar meydana gelmiştir (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 1. Deprem nedeniyle otoyolda devasa yarıkların oluşması (A Haber, 2023).

Photo 1. Massive cracks in the highway due to the earthquake (A Haber, 2023).



Fotoğraf 2. Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) otoyolu Pazarcık ayrımında bağlantı yolunun tahrip olması (Hürriyet, 2023).

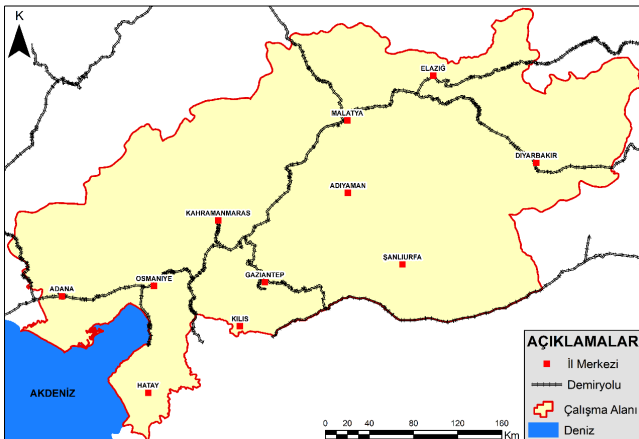
Photo 2. Destruction of the connection road at the Pazarcık junction of the Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) highway (Hürriyet, 2023).

Karayollarında en stratejik hatlar olan otoyollar yanında tali yollarda da hasarlar meydana gelmiş, bu hatlarda da karayolu ulaşımı kesintiye uğramış, alternatif yollardan ulaşım sağlanmaya çalışılmıştır. Antakya-Reyhanlı güzergâhı depremde meydana gelen hasar nedeniyle trafiğe kapanırken, sürücüler Hatay-Kırıkhan-Reyhanlı güzergâhına yönlendirilmiştir. Yine otoyol ve anayollar dışında, kırsal yerleşmelerle erişim sağlanan düşük nitelikli yollarda da büyük hasarların meydana geldiği ve erişimin uzun bir süre sağlanamadığı anlaşılmaktadır.

Diğer taraftan, sadece iller arası yollar veya köy yolları değil, aynı zamanda yıkılan binalar nedeniyle kentçi yollar da kullanılamaz hale gelmiş, karayoluyla bölgenin her noktasına hızlı bir şekilde erişim mümkün olmamıştır. Bölgeden bir an önce uzaklaşmak isteyen yöre halkı ile bölgedeki yakınlarına veya depremzedelere yardım etmek amacıyla sahaya hareket eden sürücülerin yarattığı trafik sıkışıklığı da karayolu ulaşımında ciddi sorunların yaşanmasına zemin hazırlamıştır. Yaşanan bu sorunları gidermek ve bölgeye yardım malzemelerini ulaştırmak amacıyla bazı trafik kısıtlamalarına gidilmiş, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Hatay'a görevli araçlar dışında 48 saat boyunca araç girişine izin verilmemiştir.

3.3.2. Demiryolu ulaşımı

Deprem bölgesinde yer alan tüm illerin sınırları içinde belirli uzunluklarda demiryolu hatları geçmektedir (Şekil 5). Tümü konvansiyonel hatlar niteliğinde olan ve uzunluğu 2 044 km'yi bulan bu yollar, Türkiye toplam demiryolu hatlarının %15,7'sini teşkil etmektedir (Tablo 3).



Şekil 5. Deprem bölgesi demiryolu hatları.
Figure 5. Earthquake zone railway lines.

Tablo 3. Deprem bölgesi demiryolu hat uzunlukları.

Table 3. Railway line lengths of the earthquake zone.

Sıra	İl Adı	Demiryolu Hat Uzunluğu (Km)	11 İl İçindeki Payı (%)
1	Adana	231	11.3
2	Adıyaman	55	2.7
3	Diyarbakır	232	11.4
4	Elazığ	314	15.4
5	Gaziantep	299	14.6
6	Hatay	83	4.1
7	Kahramanmaraş	222	10.9
8	Kilis	26	1.3
9	Malatya	259	12.7
10	Osmaniye	74	3.6
11	Şanlıurfa	249	12.2
11 İl Toplam		2 044	100.0
Türkiye Toplam		13 022	15.7

Kaynak: TCDD, 2023a. 2017-2021 istatistik yılığı.

İller bazında demiryolu hatlarının uzunluğu bakımından Elazığ ili öne çıkarken (314 km), bu ili 299 km'lik hat uzunluğuyla Gaziantep takip etmektedir. Malatya, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adana ve Kahramanmaraş illeri ise birbirine yakın uzunluklarda demiryolu hatlarına sahiptir. Bölgede en kısa demiryolu hattı ise Kilis ilinde konumlanmış durumdadır (26 km).

Bölgede belirtilen hatlar üzerinde bir bölümü bölgelerarası, bir bölümü ise bölge içi erişime hizmet eden tren seferleri düzenlenmektedir. Bu kapsamda; Ankara-Malatya arasında her gün işleyen **4 Eylül Mavi Treni**, Ankara-Kayseri-Sivas-Malatya-Elazığ-Tatvan arasında haftada 2 gün işleyen **Van Gölü Ekspresi**, Ankara-Kayseri-Sivas-Malatya-Diyarbakır-Kurtalan arasında haftada 5 gün boyunca hizmet veren **Güney Kurtalan Ekspresi**, Adana-Osmaniye-Gölbâşı (Adıyaman)-Malatya-Elazığ arasında her gün düzenli olarak işleyen **Fırat Ekspresi**, Kayseri-Niğde-Ulukışla (Niğde)-Pozantı (Adana)-Adana arasında her gün işlemekte olan **Erciyes Ekspresi**, her gün düzenli olarak Konya-Ereğli (Konya)-Ulukışla (Niğde)- Pozantı (Adana) Adana-Konya arasında sefer yapan **Toros Ekspresi** deprem bölgesiyle ilişkili ana hatları oluşturulmaktadır. Adana-Mersin, Batman-Diyarbakır, İskenderun-Mersin, İslâhiye (Gaziantep)-Mersin ve Gaziantep-Nizip hatları ise bölgesel taşıma yapılan hatlar niteliğindedir (TCDD, 2023b).

Karayolları kadar olmamakla birlikte, bölgede demiryolu hatlarının bazı kesimlerinde meydana gelen hasarlar da ulaşımı kesintiye uğratmıştır. Bu kapsamda; Adana-Mersin arasında bölgesel yolcu trenleri kontrollü olarak çalışırken, Toprakkale-İskenderun hattı, Malatya-Çetinkaya hattı ve Malatya-Yolçatı hattı acil durum için açılmıştır. Diğer taraftan Fevzipaşa-Narlı hattı, Narlı-Gaziantep hattı ve Narlı-Malatya hattı ulaşımına kapanmıştır (T24, 2023) (Şekil 6).

Depremi şiddetiyle demiryolu raylarında hasarlar meydana gelmiş, özellikle Kahramanmaraş Şekeroba'da tren raylarının kıvrımlı görüntüsü depremin etkisini çarpıcı bir şekilde yansıtmıştır (Fotoğraf 3). Deprem sadece rayların deforme olmasına



Şekil 6. Deprem bölgesinde demiryolu hatlarının durumu (Anadolu Ajansı, 2023c).

Figure 6. Status of railway lines in the seismic zone (Anadolu Ajansı, 2023c).



Fotoğraf 3. Deprem rayları kıvrımlı bir hale getirmiştir (A Haber, 2023).
Photo 3. Earthquake made the rails curvy (A Haber, 2023).

neden olmamış, aynı zamanda heyelanlar nedeniyle bazı hatlarda ulaşım gerçekleştirilememiştir (Fotoğraf 4).

Deprem demiryolu ulaşımı üzerindeki diğer bir etkisi ise bakım istasyonunda park halinde bulunan lokomotif ve vagonların devrilmesi şeklinde gerçekleşmiştir (Fotoğraf 5). Bu durum bir yanda mevcut taşıma araçlarından faydalanmayı imkânsız hale getirirken, diğer taraftan bu alanın kullanılma ihtimalini ortadan kaldırmıştır.

Sonuç olarak, çok miktarda yük veya çok sayıda yolcu taşı-



Fotoğraf 4. Deprem oluşturduğu heyelanlar nedeniyle demiryolu hattı ulaşımına kapanmıştır (NTV, 2023).

Photo 4. Railroad closed due to landslides caused by the earthquake (NTV, 2023).



Fotoğraf 5. Fevzipaşa tren istasyonunda devrilen lokomotif ve vagonlar (NTV, 2023a).

Photo 5. Locomotive and wagons overturned at Fevzipaşa train station (NTV, 2023a).

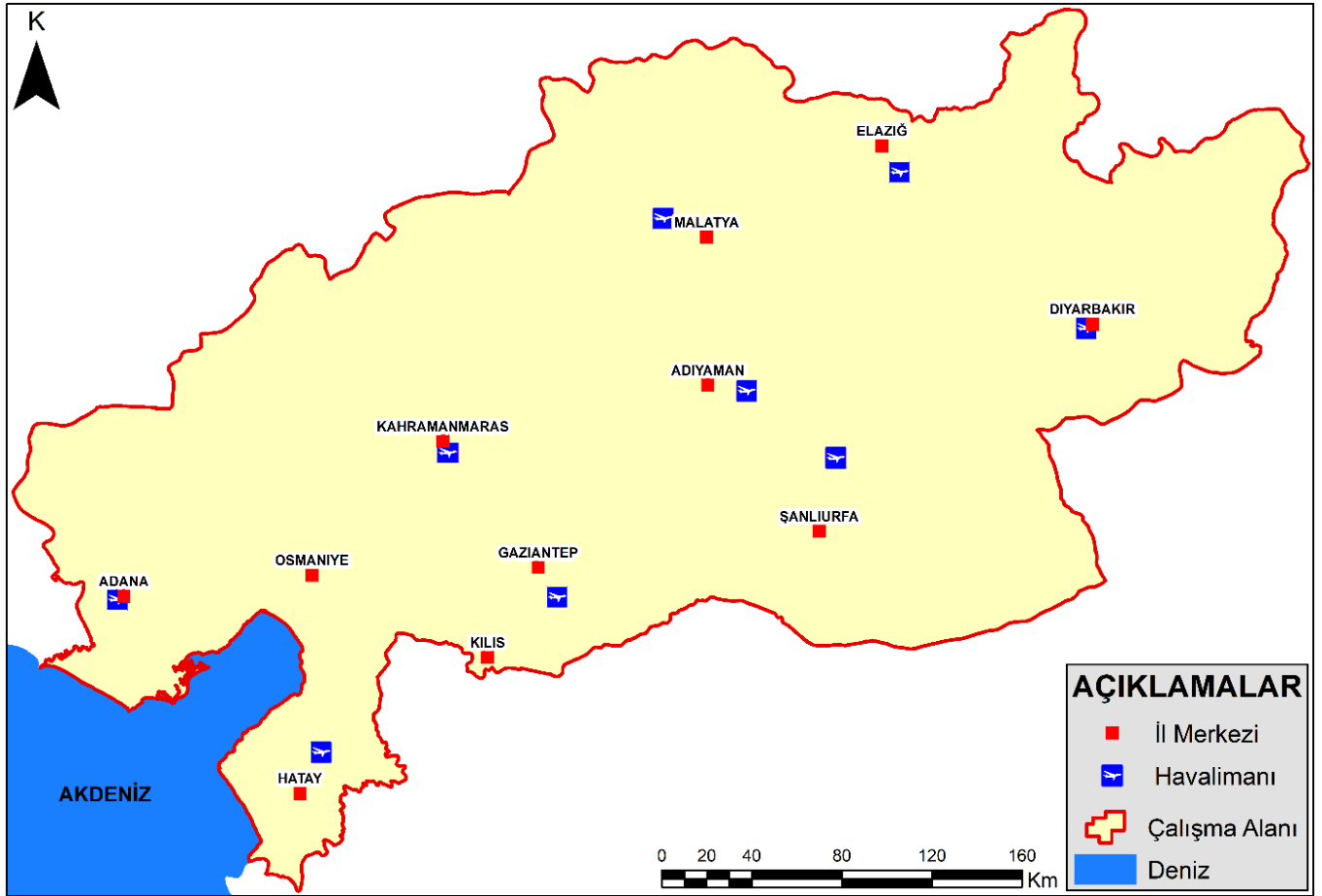
maya uygun olan demiryolu ulaşımının deprem sonrasında etkin kullanılması tam anlamıyla mümkün olmamış, bölgede yer alan tren vagonları barınma ve kurtarma malzemelerinin depolanması gibi farklı amaçlarla kullanılmıştır.

3.3.3. Havayolu ulaşımı

Deprem bölgesinde yer alan 11 ilin dokuzunda havaalanı olması, teorik olarak havayolu ulaşımının deprem sonrasında daha etkin kullanılabileceğine işaret etmektedir. Ancak bunun beklenen düzeyde gerçekleştiğini söylemek güçtür. Bölgede Kilis ve Osmaniye illeri haricindeki diğer illerin her birinin sınırları içinde bir havaalanı bulunmaktadır (Şekil 7). Belirtilen havaalanlarından bazılarının Adana, Gaziantep, Malatya ve Diyarbakır gibi yüksek nüfusa sahip illerde olması, bölgede yoğun bir havayolu trafiğinin yaşanmasını da beraberinde getirmektedir.

2022 yılı sonu itibarıyla Türkiye'de gerçekleşen yaklaşık 182 milyon yolcunun %6,2'si bölge havaalanlarında harekete konu olmuştur. Bölge havaalanları içinde en fazla oranda yolcu Adana Havaalanını kullanmış (%34,3), Gaziantep (%20,8) ve Diyarbakır Havaalanları ise (%14,8) yolcu hareketliliğinin yoğun olarak gerçekleştiği diğer havaalanları olmuştur (Tablo 4).

Daha düşük düzeyde olmakla birlikte Hatay, Malatya, Elazığ, Şanlıurfa GAP, Adıyaman ve Kahramanmaraş havaalanlarında da yolcu ulaşımının gerçekleştirilmiş olması, bölgenin havayolu ulaşımı açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Deprem bölgesi havaalanları.
Figure 7. Airports of earthquake zone.

Tablo 4. Deprem bölgesinde havayolu ulaşımı.
Table 4. Airline transportation in the earthquake zone.

Havalimanları	Yolcu Sayısı				Yük Miktarı (Bagaj+Kargo+Posta) (Ton)			
	İç Hat	Dış Hat	Toplam	9 İl Toplamdaki Payı (%)	İç Hat	Dış Hat	Toplam	9 İl Toplamdaki Payı (%)
Adana	3 228 825	642.608	3 871 433	34.3	33 042	11 613	44 655	37.1
Adıyaman	182 424	0	182 424	1.7	1 727	0	1 727	1.4
Diyarbakır	1 548 205	122 088	1 670 293	14.8	12 849	2 522	15 371	12.8
Elazığ	617 172	49 552	666 724	5.9	6 369	3 080	9 449	7.9
Gaziantep	2 053 277	296 989	2 350 266	20.8	18 953	5 964	24 916	20.7
Hatay	917 857	137 667	1 055 524	9.4	9 466	2 048	11 513	9.6
Kahramanmaraş	175 511	72	175 583	1.6	1 582	1	1 583	1.3
Malatya	649 879	16 016	665 895	5.9	5 706	324	6 029	5.0
Şanlıurfa GAP	635 241	5 529	640 770	5.7	4 900	79	4 978	4.1
9 İl Toplam	10 008 391	1 270 521	11 278 912	100.0	94 592	25 630	120 222	100.0
Türkiye Toplam	78 670 030	103 277 976	181 948 006	6-Şub	774 112	3 230 195	4 004 306	3.0

Kaynak: DHMI, 2023. İstatistikler.

Bölgede havayoluyla yük ulaştırmasının yolcu ulaştırmasına göre daha düşük bir oran teşkil ettiği anlaşılmaktadır. Bu çerçevede 2022 yılında Türkiye genelinde meydana gelen 4 milyon tonun üzerindeki yük hareketinin sadece %3'lük bir bölümü bölge havaalanlarında gerçekleşmiştir. Yolcu ulaştırmasında öne çıkan havaalanları yük ulaştırmasında benzer bir nitelik taşımıştır (Tablo 4).

Deprem havayolu ulaşımı üzerinde de bazı olumsuzluklara neden olduğu görülmektedir. Ancak bu olumsuzluklar tüm ha-

vaalanlarında gerçekleşmemiş, bazı alanlarda ulaşım tamamen kesintiye uğrarken (Hatay Havaalanı gibi), bazılarında belirli bir süre ulaşım yapılamamıştır. Diğer taraftan özellikle depremzedelerin bölgeden tahliyesinde havayolu ulaşımı önemli bir rol oynamıştır. Çok sayıda ek sefer düzenlenmiş ve herhangi bir ücrete tabi olmadan çok sayıda yöre insanı başka illere nakledilmiştir. Bazı havaalanlarının kapasitesinin düşük olması ise (Adıyaman Havaalanı gibi) istenen sayıda uçağın günlük olarak bölgeden yolcu almasını sınırlandırmıştır.

Tablo 5. Deprem bölgesi limanlarında yük ulaştırması (2022).**Table 5.** Freight transportation in earthquake zone ports (2022).

Limn	Toplam Yükleme (Ton)	Toplam Boşaltma (Ton)	Toplam Yükleme (Ton)	Türkiye Toplamındaki Payı (%)
Ceyhan	55.733.914	12.493.520	68.227.434	12.6
İskenderun	26.570.580	41.064.957	67.635.537	12.5
2 Liman Toplam	82.304.494	53.558.477	135.862.971	25
Türkiye Toplam	250.150.574	292.459.709	542.610.283	100

Kaynak: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022. Yük İstatistikleri.

Deprem denizyolu ulaşımı üzerindeki etkisi İskenderun limanlarında belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Buradaki limanlarda yer yer çökmeler meydana gelmiş, rıhtım bölümünde bulunan konteynerlerin bir kısmı zarar görmüştür (Evrensel, 2023) (Fotoğraf 7).

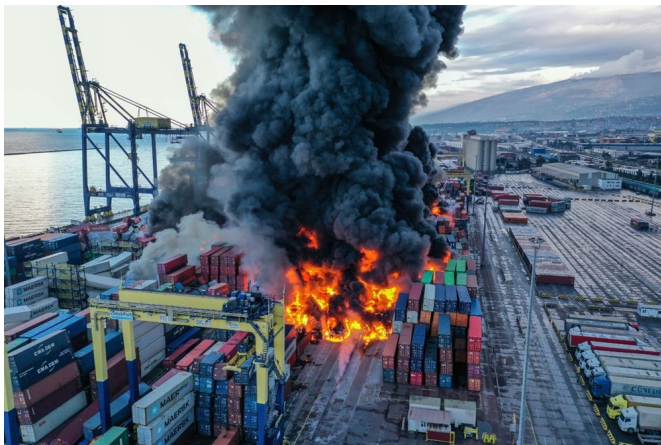
Deprem limandaki yüklerin devrilmesine neden olmasının yanısıra, esas dikkat çeken bir diğer husus yine aynı limanda yangın çıkmış olmasıdır. Uzun bir süre kontrol altına alınamayan yangın, büyük maddi hasarlara neden olmasının ötesinde, bu limanların ulaşım amacıyla kullanılmasını imkânsız hale getirmiştir (Fotoğraf 8).

Bölgenin en işlek limanı durumunda olan bu limanda yangın



Fotoğraf 7. Deprem nedeniyle İskenderun Limakport limanında konteynerlerin durumu (NTV, 2023).

Photo 7. Condition of containers at İskenderun Limakport due to earthquake (NTV, 2023).



Fotoğraf 8. İskenderun limanlarından Limakport'ta meydana gelen yangın (NTV, 2023).

Photo 8. Condition of containers at İskenderun Limakport due to earthquake (NTV, 2023).

nedeniyle ulaşımın gerçekleştirilememesi, yörede yer alan diğer liman ve iskelelerin deprem yardımları için organize edilmesi hususunu gündeme getirmiştir. Bu kapsamda Hatay bölgesindeki; Torosport Ceyhan, Assan Limanı, OYAK İsdemir gibi limanlar Ro-Ro'ların yanaşabilmesi için uygun hale getirilmiş, ancak bu limanlar Şehir dışında olduğu için öncelik yine Limakport'un Ro-Ro terminaline verilmiştir (Finans. Mynet, 2023).

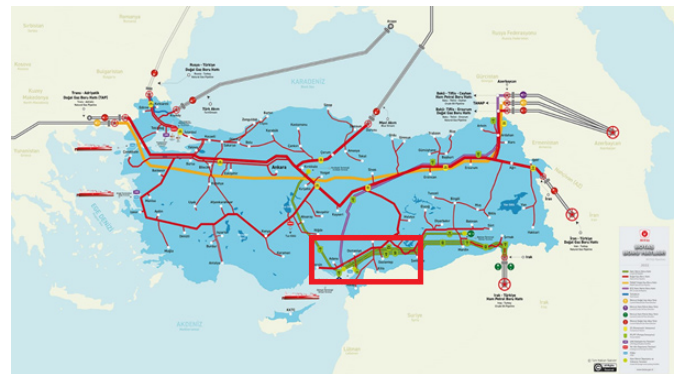
3.3.5. Boru hatları ulaştırması

Deprem bölgesi, Türkiye'nin özellikle ham petrol boru hatlarının yoğun olarak yer aldığı bir sahası durumundadır. Gerek Irak-Türkiye ham petrol hattının bölgeden geçmesi, gerekse Türkiye'de üretilen petrolün Akdeniz kıyısı ve Kırıkkale rafinerisine iletilen hatların bir bölümünün bölge sınırları içinde kalması, deprem riski açısında yöreyi daha dikkat çekici hale getirmektedir (Şekil 9).

Sadece ham petrol değil, aynı zamanda Bakü-Tiflis-Ceyhan Doğalgaz boru hattı ile Doğalgazın bölgede dağıtımına hizmet eden hatların varlığı bölgenin deprem-boru hatları ilişkisi açısından tekrar sorgulamasını gündeme getirmiştir.

Deprem, bölgedeki ham petrol boru hatlarında herhangi bir olumsuzluk meydana getirmemiştir (CNNTürk, 2023). Deprem doğalgaz ana boru hatlarında da belirgin tahribatlar yaratmamış olmakla birlikte, yerel ölçekte hasarların oluşmasına neden olmuştur. Hatay'ın Kırıkkhan ilçesi Topboğazı köyündeki doğalgaz boru hattındaki patlama ve çıkan yangın bu duruma örnek oluşturmaktadır (Fotoğraf 9).

Yaşanan bu olumsuzluk nedeniyle Kahramanmaraş-Gaziantep doğalgaz iletim hattında yer alan Gaziantep, Hatay ve Kahramanmaraş il merkezleri ile Pazarcık, Narlı, Besni, Gölbası, Nurdadı, İslâhiye, Reyhanlı, Kırıkkhan ve Hassa ilçelerine doğalgaz akışı durdurulmuştur (Cumhuriyet, 2023).



Şekil 9. Deprem bölgesi boru hatları (BOTAŞ, 2023).

Figure 9. Pipelines of earthquake zone (BOTAŞ, 2023).



Fotoğraf 9. Hatay'ın Kırıkhan ilçesi Topboğazı köyündeki doğal gaz boru hattındaki yangın (Cumhuriyet, 2023).

Photo 9. Fire in the natural gas pipeline in Topboğazı village of Kırıkhan district in Hatay (Cumhuriyet, 2023).

Sadece ham petrol ve doğalgaz iletim hatları açısından değil, aynı zamanda su ulaştırması bakımından da ciddi sorunlar yaşanmıştır. Su şebekelerinde meydana gelen hasarlar nedeniyle yerleşim ünitelerinin büyük bir bölümüne su verilememiştir. Bu kesinti bazı şehirlerde kısa sürerken, hasarların büyük boyutlara ulaştığı şehirlerde su sağlanması çok daha uzun bir süre almıştır. Su sağlanmaya başlanan sahalarda ise şebeke suyunun sağlıklı olup olmadığı konusundaki şüpheler, bu suyun özellikle içme suyu olarak kullanılmaması gerektiği hususunda uyarıların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir (NTV, 2023b).

3.3.6. İletişim ve haberleşme

Deprem bölgesinde en dikkat çekici sorunlardan biri iletişim konusunda yaşanmıştır. Daha önce Türkiye'nin başka bölgelerinde meydana gelen depremlerin ardından, iletişim altyapısının deprem riskine uygun hale getirildiği beyanatlara karşın, Kahramanmaraş depremlerinde telefon ve internet erişiminde yaşanan kesintiler, bu gibi durumlara karşı yeterli teknolojik altyapının var olmadığını göstermiştir.

Deprem bölgesinin bazı kesimlerine uzun süre telefon ve internet bağlantısının hiç sağlanamaması veya kesintili bir şekilde sağlanması, depreme maruz kalan insanlarda büyük bir öfkeye yol açmıştır. Keza deprem nedeniyle elektrik kesintilerinin yaşanması da hem yardım talep edilmesi hem de enkaz altında kalanlara zamanında yardım götürülmesi konusunda zorlukların yaşanmasına zemin hazırlamıştır.

4. Sonuç

Kahramanmaraş depremlerinin, sıkça depremlerin yaşandığı Türkiye için bile olağandışı bir nitelik taşıdığı açıktır. Çok şiddetli iki depremin kısa bir zaman dilimi içinde meydana gelmiş olması ve etki alanının genişliği, can kaybı ve maddi hasarların çok büyük boyutlara ulaşmasına neden olmuştur.

Kuşkusuz adeta yerle bir olan şehirlerin yeniden imarı mümkün olacaktır. Ancak hayatını kaybeden 50 binden fazla kişi geri gelmeyecek, depremin yarattığı travmatik durum ise hayatta kalanların hafızalarından asla silinmeyecektir.

Yaşanan depremin şiddeti esas alınarak, yıkımın boyutlarına, yaşanan can kayıplarına ve yardımların zamanında götürülmemesine yönelik bazı gerekçeler ileri sürmek mümkündür. Ancak depremin yarattığı tahribatın büyük olmasının temel ak-

törünün yine insanın kendisi ve onun davranış kalıpları olduğu göz ardı edilmemelidir. Aksi durumun yeni afetlerin yaşanma ihtimalini güçlendireceği unutulmamalıdır.

Herhangi bir doğal afette olduğu gibi, depremlerde de en hayati konu sahaya erişimin sağlanmasıdır. Bu husus hem depremden zarar görenlere yardım ulaştırılması, hem de gerekli durumlarda tahliyelerin hızla gerçekleştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Kahramanmaraş depremlerinin etkili olduğu sahanın genişliği ve çok sayıda ili doğrudan etkilemesi, bu illerin depreme müdahale kapasitesinin kullanılmamasını beraberinde getirmiştir. Bu konuda görev yapacak olan kurum ve bu kurumlarda görev alanların aynı zamanda depremden olması diğer illerden yardım getirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Ancak depremi nispeten hafif yaşayan çevre illerin müdahale kapasitelerinin sınırlı olması nedeniyle uzak illerden araç, ekipman ve personel sevkini yapılması kurtarma müdahalelerinin gecikmesine neden olmuştur. Özellikle Hatay ve Adıyaman gibi çevre illeri de depremden fazlaca etkilenen illere gerekli müdahalelerin gecikmesi başka tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Aynı zamanda bu illerden tahliyelerin de daha geç ve zor gerçekleştiğini ifade etmek gerekmektedir.

Deprem, etkilediği 11 ilde farklı düzeylerde tahribat yaratmıştır. Ardarda yaşanan şiddetli iki deprem tüm ulaşım sistemleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığından, ulaşım sistemlerinin herhangi birinin diğerinin yerine ikame edilmesi de zorlaşmıştır.

Karayolu ulaşımında, özellikle doğal afetlere karşı planlanmasına ve inşa edilmesine özel itina gösterilen otoyollarda ve bu yollar üzerindeki viyadüklerde hasarların meydana gelmiş olması, bu hatlara yeni bir bakış açısıyla bakılmasını zorunlu hale getirmiştir. Çünkü otoyollar nitelikleri itibarıyla hızlı ve yüksek kapasiteli taşıma yapılabilen yol tipi durumundadır. Yine karayolu ulaşımında, tali yollarda ve bu yollar üzerindeki köprülerde meydana gelen hasarlar da bölgeye yardım götürülmesini ve yöreden depremedelerin tahliye edilmesini zorlaştırmıştır. Karayolu ulaşımında özellikle üzerinde durulması gereken bir diğer husus ise deprem gibi doğal afetlerde sürücü davranışlarının tekrar gözden geçirilmesidir. Bölgeye gitmeye çalışan sivil araçların yarattığı yoğunluk, yardım vasıtalarının bölgeye ulaşmasını güçleştirmiştir. Kuşkusuz burada kamu otoritesinin bazı tedbirler alması gerekliliğine vurgu yapılabilir, ancak bu gibi durumlarda vatandaşların da gerekli duyarlılığı göstermesi beklenmektedir. Diğer taraftan deprem enkazı altında kalan çok sayıda karayolu ulaşım aracı büyük maddi kayıpların yaşanmasına neden olmuştur.

Bölgede **demiryolu ulaşımı** konvansiyonel hatlar yoluyla sağlanmaktadır. Çok sayıda demiryolu hattının konumlandığı bölgede ana hat ve bölgesel hat şeklinde ulaşım gerçekleştirilmektedir. Deprem nedeniyle bölgede bazı hatlarda hasarların oluşması, demiryolu ulaşımında bir süre kesintilerin meydana gelmesine yol açmıştır. Diğer taraftan raylarda meydana gelen deformasyonlar depremin şiddetini ve tahripkâr yönünü gözler önüne sermiştir.

Büyük ölçüde fiziki mekândan bağımsız olarak ulaşım imkânı sağlayan **havayolu ulaşımı**, deprem bölgesine acil yardım ulaş-

tırması konusunda hayati önem taşımaktadır. Ancak bu ulaşım siteminde özellikle havaalanı pist sahasında meydana gelen hasarlar havayoluyla ulaşımı imkânsız hale getirmektedir. Kuşkusuz havaalanları inşa edilirken bölgenin sismik özellikleri ve zemin yapısı dikkatli bir şekilde incelenmekte ve buna göre bir inşa teknoloji geliştirilmektedir. Deprem bölgesinde havaalanlarının bazılarında meydana gelen pist bozulmaları veya terminal binalarında meydana gelen hasarlar depremin şiddetiyle ilişkilendirilebilirse de, havaalanı inşa sürecinin yeniden gözden geçirilmesini gerektirecek niteliktedir.

Deprem bölgesinde **denizyolu ulaşımı** daha kısıtlı imkânlar sunmasına karşın, diğer ulaşım sistemlerinde meydana gelen aksamaların kısmen telafi edilmesinde etkin kullanılması mümkün olabilecek bir yapıya sahiptir. Ancak bölgenin en işlek limanlarının rıhtımlarında meydana gelen hasarlar ve akabinde çıkan yangın, bu yapıları ulaşımında kullanmak bir yana buradaki yangının söndürülmesi için ek çaba sarf edilmesini zorunlu hale getirmiştir.

Bölgede deprem nedeniyle **boru hattında** meydana gelen patlama ve çıkan yangın, özellikle ham petrol ve doğalgaz gibi tehlikeli madde ulaştırmasına hizmet eden ve inşasında çok dikkati olunması gereken bu yapılarla ilgili bazı şüpheleri beraberinde getirmiştir. Depremin doğalgaz veya ham petrolün ihtiyaç sahalarına ulaştırması konusunda ortaya çıkardığı sorun yanında, yaratacağı muhtemel çevresel tehditler açısından da bu hatların yeniden risk değerlendirmesine tabi tutulması gerekmektedir.

İletişim ve haberleşme günümüzde modern hayatın temel ihtiyaçları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu ihtiyaç normal hayatta olduğundan çok daha fazla afet durumlarında anlam kazanmaktadır. Gerek koordinasyonun sağlanması veya hasarların tespit edilmesi, gerekse yardım taleplerine en hızlı şekilde cevap verilebilmesi, kesintisiz çalışabilir durumda olan iletişim altyapısıyla mümkün olabilecektir. Bu yönüyle deprem bölgesinde olması gereken düzeyde bir hizmet sağlandığını ileri sürmek olanaksız görünmektedir.

Deprem bölgesinde sadece temel ulaşım sistemleri özelinde olumsuzluklar yaşanmamış, aynı zamanda yıkılan binaların enkazı altında kalan çok sayıda ulaşım aracı da kullanılamaz hale gelmiştir.

Şiddeti ve etki sahası bakımından fark yaratan Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinden çıkan en önemli **sonuç**, bu coğrafi mekânın bilinenin ötesinde şiddetli depremler üretme potansiyeline sahip olduğudur. Dolayısıyla, depremlerin oluşmasını engelleyecek bir mekanizma henüz bilinmediğine göre depremlerin yarattığı tahribatların minimum düzeye indirilmesi için gerekli tedbirlerin alınması zorunlu bir hal almaktadır. İfade edilenler gözardı edildiği takdirde, dünyanın doğal bir hareketi olan depremler beşer davranışları nedeniyle afet halini almaya devam edecektir.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar katkısı/Author contribution: Çalışma konsepti ve tasarı

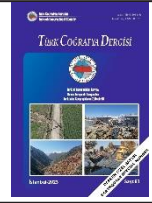
rımı M. B. ve M. A. tarafından yapılmıştır. M. B. ve M. A. tarafından veriler toplanmış ve yorumlaması yapılmıştır. İlk yazım kısmı M. B. tarafından yapıp daha sonradan M. A. tarafından da okunmuş, en son gerekli düzeltmeler M. B. ve M. A. tarafından yapılmıştır. *The study concept and design were made by M. B. and M. A. Data were collected and interpreted by M. B. and M. A. The first writing part was made by M. B. and later read by M.A., the last necessary corrections were made by M. B. and M. A.*

Kaynakça

- AHaber, (2023, Şubat 8). *Deprem tren raylarını ne hale getirdi?* Ahaber.<https://www.ahaber.com.tr/gundem/2023/02/08/deprem-tren-raylarini-ne-hale-getirdi-a-haberde-urkuten-goruntuler>
- Akbulut, G. (2010). *Siyasi coğrafya açısından Türkiye’de demiryolu ulaşımı*. Anı yayıncılık.
- Anadolu Ajansı, (2023a, Şubat 13). *TAG Otoyolu’nun Osmaniye-Gaziantep arası deprem nedeniyle ulaşımına kapatıldı*. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/tag-otoyolu-nun-osmaniye-gaziantep-arasi-deprem-nedeniyle-ulasima-kapatildi/2807451>
- Anadolu Ajansı, (2023b, Şubat 9). *Karayolları Genel Müdürlüğü, Deprem nedeniyle trafiğe kapalı güzergâh bulunmadığını açıkladı*. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/karayollarigenel-mudurlugu-deprem-nedeniyle-trafige-kapali-guzergah-bulunmadigini-acikladi/2811394>
- Anadolu Ajansı, (2023c, Şubat 9). *Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, depremler nedeniyle bazı tren seferlerine ara verildiğini duyurdu*. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/ulastirma-ve-altyapi-bakanligi-depremler-nedeniyle-bazi-tren-seferlerine-ara-verildigini-duyurdu/2808289>
- Bakırcı, M. (2012a). Ulaşım coğrafyası açısından Türkiye’de havayolu ulaşımının tarihsel gelişimi ve mevcut yapısı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (25), 340-377. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/472/3869>
- Bakırcı, M. (2012b). Türkiye’de karayolu sınır kapılarının uluslararası ulaşımındaki yeri ve önemi. İçinde Bayartan, M. (Ed) *Prof. Dr. Süha Göney’e Armağan Kitabı* (ss.165-193) İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Bakırcı, M. (2013). Türkiye’nin uluslararası ulaşımında demiryolu sınır kapılarının yeri ve etkinliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 370-407. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/475/3938>
- Bakırcı, M. (2018). Ulaşım coğrafyası. İçinde Doğan, M. & Sertkaya Doğan, Ö. (Ed), *Beşeri ve Ekonomik Coğrafya Kitabı* (ss.355-380). Pegem Akademi Yayınevi.
- Bakırcı, M. (2019). Ulaşım ve coğrafya: Türkiye’de ulaşım coğrafyası literatür analizi *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 17 (34), 381-420. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/talid/issue/5440>

- Bakırcı, M. (2020). Covid-19 pandemisinin Türkiye havayolu ulaşımına etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, Covid-19 Özel Sayısı, 45-58. <https://doi.org/10.17211/tcd.800559>
- BOTAŞ, (2023, Mayıs 1). *Doğalgaz ve petrol boru hatları*. BOTAŞ, <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/dogal-gaz-ve-petrol-boru-hatlari-haritasi/168>
- Bulut, İ., Sevindi, C., Yürüdü, E., Hadimli, H., & Artvinli, E. (2004). Erzurum- Artvin karayolu'nda (Uzundere-Yusufeli arası) doğal afetlerin (kaya düşmesi ve çamur seli) ulaşımına etkileri. *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (33), 117-131.
- CNNTürk, (2023, Şubat 9). *Son dakika... Depremi ardından doğal gaz boru hattı patladı* CNNTürk. <https://www.cnnturk.com/video/turkiye/son-dakika-depremin-ardindan-dogal-gaz-boru-hatti-patladi>
- Cumhuriyet, (2023, Şubat 9). *Hatay'da depremin ardından doğalgaz boru hattı patladı* Cumhuriyet Gazetesi. <https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/hatayda-depremin-ardindan-dogalgaz-boru-hatti-patladi-2048633>
- Çağlıyan, A., & Bozkurt Yıldız, A. (2013). Türkiye'de Demiryolu güzergâhları jeomorfoloji ilişkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 466-486. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/475/3941>
- Demir, F., & Saltan, M. (2017). Deprem etkisi altında demiryolu üstyapısı davranışının incelenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. 5 (3), 615-620. <https://doi.org/10.21923/jesd.283161>
- Deniz O., & Yazıcı, H. (2003). Van Gölünde ulaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (40) 17-33. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21241/227904>
- Deniz, T. (2016). Türkiye'de ulaşım sektöründe yaşanan değişimler ve mevcut durum. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21 (36), 135-155.
- DHMi, (2023, Nisan 30). *İstatistikler*. Devlet Hava Meydanları İşletmesi. <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>
- Eken, B. (2006). Türkiye'de demiryollarının gelişmesi. İçinde Özgüç N., & Timor, A.N. (Ed) *İnsan ve Mekân, Prof. Dr. Erol Tümertekin'e 80. Yıl Armağan Kitabı (ss.18-36)*, Çantay Yayını.
- Evrensel, (2023, Şubat 9). *Maraş merkezli depremde kamu binaları yıkıldı, yollar kapandı*, havalimanları kullanılamaz hale geldi. Evrensel Gazetesi. <https://www.evrensel.net/haber/481254/maras-merkezli-depremde-kamu-binalari-yikildi-yollar-kapandi-havalimanlari-kullanilamaz-hale-geldi>
- Finans Mynet, (2023, Şubat 8). *Karayolu kapandı, araç taşıyan dev gemiler devrede! Deprem bölgesine yardım için yola çıktılar*. Finans Mynet. <https://finans.mynet.com/haber/detay/ekonomi/karayolu-kapandi-arac-tasiyan-dev-gemiler-devrede-deprem-bolgesine-yardim-icin-yola-ciktilar/460619/>
- Girgin, M., Bulut, İ., & Sevindi, C. (2001). Türkiye'deki karayolu geçitleri. *Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (27), 159-173.
- Güney, E. (2001). Ulaşım coğrafyası açısından Türkiye'de demiryolları: koşullar, olanaklar, öneriler. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (4), 93-111.
- Harita Genel Müdürlüğü, (2023, Nisan 23). *İl ve İlçe Yüzölçümleri*. Harita Genel Müdürlüğü. <https://www.harita.gov.tr/il-ve-ilce-yuzolcumleri>
- Hürriyet, (2023, Şubat 13). *Depremde otoyol ve kara yollarında çatlaklar oluştu*. Hürriyet Gazetesi. <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/depremde-otoyol-ve-kara-yollarinda-derin-yariklar-cokmeler-olustu-42218809>
- İskenderun Deniz Ticaret Odası, (2023, Mayıs 1). *İskenderun Körfezi limanları*. İskenderun Deniz Ticaret Odası. <https://iskenderun.denizticaretodasi.org.tr/tr/limanlar/iskenderun/harita>
- Kapluhan, E. (2014). Ulaşım coğrafyası açısından Türkiye'de karayolu ulaşımının tarihsel gelişimi ve mevcut yapısı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7 (33), 426- 439.
- Karabulut, Y. (1997). Türkiye'de demiryolu ulaşımı, *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (6), 163-187.
- Karaşin, A. & Öncü, M. E. (2009). Çok katlı yağma binaların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 8 (1), 63-67.
- Karayolları Genel Müdürlüğü, (2023, Mayıs 1). *Devlet ve İl Yolları Envanteri*. Karayolları Genel Müdürlüğü. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/DevletveIlYolEnvanteri.aspx>
- Kırlangıçoğlu, C. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile kent içi raylı sistem koridor planlaması. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (33), 53-71.
- Milliyet, (2023, Şubat 12). *Deprem, Antakya Demirözü karayolunu yarıdı*. Milliyet Gazetesi. <https://www.milliyet.com.tr/gundem/deprem-antakya-demirozunu-karayolunu-yardi-6902618>
- NTV, (2023a, Şubat 8). *İskenderun Limanı'ndaki yangın ikinci günde de devam ediyor*. NTV.Com. <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/iskenderun-limanindaki-yanigin-ikinci-gunde-de-devam-ediyor,Ypx-UnKFWzUmLwQDWovCs1g/Nvr-0Z4Oo06s-zFUpHBgOw>
- NTV, (2023b, Şubat 6). *Malatya Valiliğinden sebeke suyunun içilmemesi uyarısı*. NTV.Com. <https://www.ntv.com.tr/turkiye/malatya-valiliginden-sebeke-suyunun-icilmemesi-uyarisi,EvpDYJMhk0GmJrkEJF-BnA>
- Özçelik, S., & Kazan, H. (2022). Post-earthquake casualty transport optimization. *Journal of Transportation and Logistics*, 7 (2), 589-607. <https://doi.org/10.26650/JTL.2022.1192498>
- Özgür, Ö. (1999). Türkiye limanları, *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*. (7), 147-158.

- Rodrigue, J.P. (2013). The geography of transport systems. (third edition). Routledge Publishing.
- Selen, H.S. (1943). Türkiye'nin yol sistemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (1), 352-371.
- Sertkaya Doğan, Ö. (2013). İstanbul'un ulaşımında deniz yollarının yeri ve önemi. İçinde Bayartan, M. (Ed), *Prof.Dr. Süha Göney'e Armağan Kitabı* (ss.40-70). İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Son Dakika Haber, (2023, Mayıs 1). *Depremde büyük hasar gören Hatay Havalimanı'na ilk uçuş gerçekleştirildi. Son Dakika Haber.* <https://www.sondakkahaber.net/depremde-buyuk-hasar-goren-hatay-havalimanina-ilk-ucus-gerceklestirildi/290474/>
- Şahin, C. & Karabağ, S. (1994). Türkiye'de doğal afetler ve karayollarımız. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2), 211-229.
- Şahin, İ.F. (2013). *Türkiye'de karayolu ulaşımı ve geçitler*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Şahin, İ.F. & Alım, M. (2017). Türkiye'deki karayolu tünelleri ve ulaşımındaki önemi. *ICPESS (International Congress on Political, Economic and Social Studies)*, No 2.
- T24, (2023, Şubat 9). *Deprem bölgesinde ulaşım kapalı yollar ve alternatif güzergâhlar.* T24.com.tr <https://t24.com.tr/haber/deprem-bolgesinde-ulasima-kapali-yollar-ve-alternatif-guzergahlar,1090136>
- Taş, N. (2003). Yerleşim alanlarında olası deprem zararlarının azaltılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 225-231
- Taşlıgil, N. (1996). Türkiye'nin havaalanları. *Türk Coğrafya Dergisi*, (31), 259-281.
- Taşlıgil, N. (1997). Türkiye'de hava ulaşımının gelişimi. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Öneri Dergisi*, 2 (7), 89-97.
- Taşlıgil, N. (2004). İstanbul Boğazı'nın ulaşım coğrafyası açısından önemi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (10), 1-18.
- Taşlıgil, N. (2010). *Türkiye'nin ulaşım coğrafyası*. (2. baskı), Çantay Yayınları.
- Taşlıgil, N., & Şahin G. (2022). *Ulaşım coğrafyası prensipleri ve Türkiye ulaşım coğrafyası*. (genişletilmiş 3. Basım). Nobel Yayınevi.
- TCDD, (2023a, Nisan 29). *2017- 2021 İstatistik yıllığı*. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları. <https://static.tcdd.gov.tr/webfiles/userfiles/files/istrapor/ist20172021.pdf>
- TCDD, (2023b, Nisan 30). *TCDD Taşımacılık*. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları. https://www.tcddtasimacilik.gov.tr/tr/ana_hat_trenleri
- TDK, (2023, Mayıs 19). *Ulaşım*. Türk Dil Kurumu Sözlükleri. <https://sozluk.gov.tr/>
- TÜİK, (2023, Nisan 23). *İllere göre toplam nüfus miktarları*. Ad-
- rese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>
- Tümertekin, E. (1987). *Ulaşım coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2023, Nisan 30). *Yük İstatistikleri 2022*. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. <https://denizcilik-istatistikleri.uab.gov.tr/yuk-istatistikleri-2022>



Deprem ve konut fiyatları ilişkisi: Konutlarda depreme dayanıklılık ekseninde İstanbul ve İzmir analizleri¹

Earthquake and house prices relationship: Analyses for Istanbul and Izmir in terms of earthquake resistance²

Burcu Türkcan^a * , Gül Şerife Huyugüzel Kışla^b , Çağla Bucak^c 

^a Ege Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye.

^b Ege Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye.

^c Ege Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir, Türkiye.

ORCID: B.T. 0000-0002-7494-5897; G.Ş.H.K. 0000-0002-0901-2038; Ç.B. 0000-0003-3169-110X

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 05.08.2023

Kabul/Accepted: 14.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Konut fiyatları
Deprem
Depreme dayanıklı konutlar
Kesit veri analizi

Keywords:

House prices
Earthquake
Earthquake resistant buildings
Cross-section analysis

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(B. Türkcan) burcu.turkcan@ege.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1338125



Atf/Citation:

Türkcan, B., Kışla, G.Ş.H., & Bucak, Ç. (2023).

Deprem ve konut fiyatları ilişkisi:

konutlarda depreme dayanıklılık ekseninde

İstanbul ve İzmir analizleri. *Türk Coğrafya*

Dergisi, (83), 131-143.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1338125>

ÖZ / ABSTRACT

Deprem, zamanı ve şiddeti önceden kesin olarak belirlenemeyen, yıkıcı sonuçları ile maruz kalan insanların hayatını, gerçekleştiği coğrafyayı ve ekonomiyi doğrudan etkileyen bir doğal afetdir. Tarihsel süreçte Türkiye coğrafyası büyük ve yıkıcı depremlere sahne olmuş, günümüzde ülkemiz bir deprem ülkesi olarak nitelendirilmeye başlamıştır. Bu kapsamda, bu çalışmada amaç, Türkiye'nin iki büyük metropolü olan İstanbul ve İzmir'de konutların depreme dayanıklılığının konut fiyatları üzerindeki etkisini analiz etmektir. Çalışmanın birinci bölümünde deprem ve konut piyasası ilişkisine yer verilmektedir. İkinci bölümde konut fiyatlarının belirleyicileri ile yine bir belirleyici olarak deprem ile ilgili literatür analiz edilmektedir. Son olarak üçüncü bölümde, depreme dayanıklılığın konut fiyatlarına etkilerine dair kesit veri analizlerine yer verilerek İstanbul'da 380, İzmir'de 280 konutun fiyatları üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır. Elde edilen bulgulara göre hem İzmir hem de İstanbul için konut fiyatlarını etkileyen değişkenler, şehir merkezine yakınlık, otopark mevcudiyeti ve denize yakınlık olarak bulunurken; konutların depreme dayanıklılığının konut fiyatları üzerinde anlamlı bir etkisine rastlanmamıştır. Bu bulgular ışığında toplumda deprem farkındalığının artırılması, konut kredi faiz oranlarının düşük tutulması ve az katlı yapılaşma ekseninde İzmir ve İstanbul'da kentsel dönüşüme hız kazandırılması temel politika aksiyonları olarak önerilmektedir. Çalışmanın önemi, güncel verilerle depremin konut fiyatlarına etkisini İstanbul ve İzmir için analiz ederek mevcut durumu ortaya koyması ve ilgili literatüre katkı yapması noktalarında ortaya çıkmaktadır.

Earthquakes have always had great impacts and importance in the history of humanity as a natural disaster, the time and severity of which cannot be determined in advance, and which directly affects the lives of people exposed to it with its sudden and devastating consequences. In the historical manner, the geography of Türkiye has also been the scene of massive earthquakes, and today it's called as an earthquake country. In this context, the aim of this study is to analyze the effect of earthquake resistance of houses on house prices in Istanbul and Izmir, the two largest metropolises of Türkiye. With this aim, the first section of the study explains the relationship between earthquake and housing market. In the second part, the determinants of housing prices and the literature on earthquakes are analyzed. Finally, in the third section, cross-section data analyzes for Istanbul and Izmir on the effects of earthquake resistance on housing prices are given. Within the scope of this section, evaluations are made over the prices of 380 houses in Istanbul and 280 houses in Izmir. Empirical results exhibit that the determinants of house prices are the proximity to the city center, the presence of the parking lot and the proximity to the seaside. However, the resistance to earthquakes is not a significant determinant of house prices. In this context, the main policy recommendations are that social awareness about earthquake readiness should be increased, housing loan interest rates should be decreased and urban transformation in terms of low-rise buildings should be accelerated.

¹ Bu çalışma, İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Derneği Proje Birimi tarafından desteklenmiş olan 2022/RC-010 numaralı ve "Türkiye'de Depremlerin Konut Fiyatlarına Etkileri: Bölgesel Düzeyde Makro ve Mikro Etkilere Yönelik Ampirik Analizler" başlıklı projenin bir bölümünden üretilmiştir.

² This study has been derived from a section of the project entitled "Impacts of Earthquakes on House Prices in Türkiye: Empirical Analyses Towards Macro and Micro Impacts at Regional Level" with project number 2022/RC-010. The project has been supported by Economic Development and Social Researches Institute.

The importances of this study is on the axes that it conducts empirical analyses with timely data of Istanbul and Izmir, and sheds light on the policy formation by contributing to the related literature.

Extended Abstract

Introduction

Housing is one of the most fundamental needs of human beings in the hierarchy of needs and it is considered as a heterogeneous product in the market. The features of each house differ in terms of interior features (size, number of rooms, etc) and also in terms of external features (elevator, parking lot, etc). Therefore, these features may cause to different house prices in the house market. At this point, it is crucial to determine the house prices from different perspectives. Natural disasters are one of the important determinants of house prices and earthquakes are probably the most direct natural disaster about housing in a region. As an earthquake country, Türkiye has been witnessed to many devastating earthquakes. From this point, the aim of this study is to analyze the effect of earthquake resistance of houses on house prices in Istanbul and Izmir which are the two largest metropolises of Türkiye. When the related literature is examined, it seems that earthquakes as a house price determinant, has been underestimated for Turkish house markets. In this respect, this study aims to contribute to the related literature with its empirical findings about current house markets of two largest metropolitans of Türkiye. In this respect, the first section of the study explains the relationship between earthquake and housing market. Within the scope of this section, the relationship between earthquake readiness and housing prices in two earthquake cities, Istanbul and Izmir, is examined. In the second part, the determinants of housing prices and the literature on earthquake as a determinant are analyzed. Finally, in the third section, cross-sectional data analyzes for Istanbul and Izmir on the effects of earthquake resistance on housing prices are given.

Data and Method

In this study, the properties and house prices of the houses in Izmir and Istanbul were collected by random sampling method from a Turkish real estate website named "Hepsiemlak.com". Housing data were collected at the beginning of February 2023 that means the effects of Kahramanmaraş Earthquake were excluded. 28 district data with 280 houses from Izmir and 39 district data with 390 houses from Istanbul were used in the analyses. The other data collected about the houses were "the number of rooms", "having an elevator", "having a car park", "resistance to earthquake", "proximity to the city center", "proximity to the industry", and "proximity to the seaside". In order to analyse the house prices for two provinces, Ordinary Least Square (OLS) method for cross section data, was applied with the help of GRETL econometrics programme.

Results

According to the estimation results for Istanbul, "having a car park", "proximity to the city center" and "proximity to the seaside" were found to be significant and positive determinants of house prices, as expected. In addition, "proximity to the industry" was found to be significant and negative determinant, again as expected. Those results were very similar for Izmir except the "elevator" variable. This variable affected the house

prices negatively which can be explained with the household preferences. However, "the earthquake resistance of the house" was found to be statistically insignificant for the house prices in both Istanbul and Izmir. Although this result was totally unexpected, it has great importance especially for policy makers.

Discussion

Earthquakes are one of the natural disasters with the highest uncertainty due to their unpredictability. They can affect both the overall economy, the environment and the social life. When Türkiye is examined historically, it is located in a geography that has experienced major earthquakes both before and after the foundation of Türkiye. Devastating earthquakes took place in this geography and continued to cause great losses of lives and properties. It's sure that every major earthquake does not only cause loss of life and injury, but also drives the overall economy into a bad situation. Billions of dollars of GDP (gross domestic product) losses, slowdown of production processes, losses in human capital, rapid increase in public expenditures, decrease in tourism revenues, rising unemployment and inflation rates are the possible economic consequences of the earthquake for the country's economy. In this study, the relationship between the earthquake resistance of houses and their prices was investigated for Izmir and Istanbul which are two big metropolises of Türkiye. Considering the empirical findings, it is seen that the fact that the houses are built in accordance with the earthquake regulations does not have a significant effect on the house prices. At this point, it is possible to say that this factor is ignored in the housing preferences of individuals. This is an important finding because it seems that earthquake resistance is not considered as important by house buyers in Türkiye during non-earthquake times. In the light of these findings, policy makers should consider the awareness projects about the importance of earthquake resistance of houses. Guidance of customer demand surely will cause higher demand of earthquake resistant houses in these two metropolitan regions where high and severe earthquake risks persists.

1. Giriş

Deprem, zamanı ve şiddeti önceden kesin olarak belirlenemeyen, ani ve yıkıcı sonuçları ile sosyal ve ekonomik etkileri olan bir doğal afet olarak toplum ve ekonomi için önemli bir faktördür. Tarihsel süreçte Türkiye coğrafyası büyük ve yıkıcı depremlere sahne olmuş, günümüzde ülkemiz özellikle de 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan elim deprem felaketi sonrasında, bir deprem ülkesi olarak nitelendirilmeye başlamıştır (Utkucu vd., 2023: s. 9). Depremin sadece insan hayatında can ve mal kaybına yol açması değil, ekonomileri de birçok kanaldan ve doğrudan etkilemesi söz konusudur. Dahası bu etkiler depremin ortaya çıktığı andan itibaren uzun vadeye yayılmakta, toplumsal ve ekonomik birçok negatif etkiye yol açmaktadır (Jaramillo, 2009). Depremlerin konut piyasası yoluyla ekonomiye etkileri de özellikle son yıllarda farklı coğrafyalarda yaşanan büyük depremler sonrası gözlemlenen kira ve ev fiyatı artışları ile gündeme oturmuştur. Bu kapsamda yapılan ampirik çalışmalar doğrultusunda, depremlerin konut fiyatlarına etkileri de daha yoğun bir şekilde tartışılmaya başlanan bir konu haline gelmiştir

(bkz. Er vd., 2023; Binoy vd., 2022; Ak Çetin & Akpınar, 2021; Arslanlı, 2020).

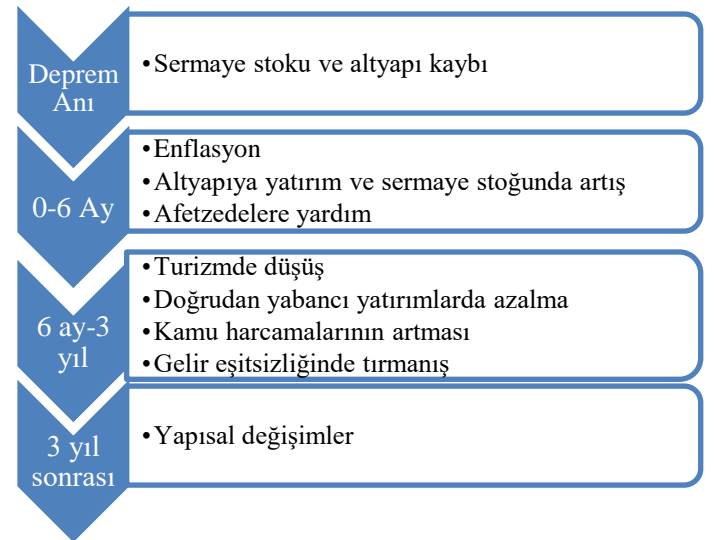
İnsanoğlunun ihtiyaçlar hiyerarşisinde temel ihtiyaçlarından biri olan barınma ihtiyacına hizmet eden konut, bir ürün olarak düşünüldüğünde heterojen bir ürün olarak değerlendirilmektedir. Her konutun özellikleri büyüklük, oda sayısı, banyo sayısı, ısıtma sistemi, malzeme kalitesi, gibi iç özellikleri açısından farklılık gösterdiği gibi; asansörünün, otoparkının, güvenliğinin, havuzunun olması, site içerisinde bulunması, muhiti, cephesi, manzarası gibi dış özellikleri açısından da farklılık göstermektedir. Tüm bu iç ve dış özellikler farklı kombinasyonlar ile bir araya geldiğinden her konut birbirinden farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Ayrıca son yıllarda yapılan çalışmaların işaret ettiği bir diğer belirleyici faktör de konutun afetlere dayanıklı inşa edilmiş olmasıdır. Bu faktör, özellikle insanların hayatta kalmalarını etkileyen bir özellik olarak da bireylerin konut tercihlerinde belirleyici olması gereken bir özelliktir. Tüm bu özellikler bir arada ele alındığında konut fiyatlandırmasının mekân ve zamana göre farklılık göstermesi, doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada ise konut fiyatının belirleyicilerini bölgeler özelinde tespit etmek, ekonomik karar alma mekanizmaları ve toplumsal politika formasyonu gibi açılardan özel önem arz etmektedir. Bu gerçekten yola çıkarak hazırlanan bu çalışmada amaç, bir deprem ülkesi olan Türkiye'nin iki büyük metropolü olan İstanbul ve İzmir'de konutların depreme dayanıklılığının konut fiyatları üzerindeki etkisini analiz etmektir. Öte yandan özellikle İzmir gibi depremin sık yaşandığı ve İstanbul gibi şiddetli deprem riskinin yüksek olduğu bölgelerde depremin konut fiyatları üzerindeki etkileri özellikle son yıllarda önemli bir tartışma alanıdır. Depremin konut fiyatlarına etkisi özellikle 2020 yılında İzmir'in Seferihisar ilçesi açıklarında yaşanan depremin ardından oldukça dikkat çekici bir hal almıştır. Zira yaşanan depremin ardından İzmir ilinde hasarın yüksek olduğu bölgelerdeki konut fiyatlarında düşme tespit edilirken şehrin diğer bölgelerinde konut fiyatları daha önce hiç tecrübe edilmemiş düzeyde hızlı bir artış yaşamıştır. Öyle ki küresel gayrimenkul danışmanlık şirketi Knight Frank'ın 2021 yılı raporlarında İzmir konut fiyatları artışında dünya genelinde birinci olmuştur (Knight Frank, 2021a; Knight Frank, 2021b). Bir diğer önemli örnek, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta yaşanan ve 11 ilde büyük yıkımlara yol açan depremin konut fiyatlarına etkileridir. Söz konusu depremde 1 milyonun üzerinde konut hasar görmüş ve bölgeden taşınmak zorunda kalan insanların yarattığı yoğun talep özellikle komşu bölgelerde konut fiyatlarında hızlı bir tırmanışa yol açmıştır (AFAD, 2023a; Euronew, 2023). Dolayısıyla deprem ve konut fiyatları ilişkisinin Türkiye açısından güncel ve önemli bir yanı da söz konusudur.

Türkiye'de yaşanan son yıllardaki gelişmeler ve ilgili literatür ışığında bu araştırmanın temel hipotezi, depremin Türkiye'nin iki büyük metropolü olan İstanbul ve İzmir'de konut fiyatları açısından belirleyici olduğudur. Bu hipotez bağlamında beklenti, etkinin yönünün pozitif olmasıdır. Diğer bir ifadeyle, konutun depreme dayanıklı inşa edilmiş olmasının fiyatını arttırıcı etki yapması öngörülmektedir. Çalışmanın literatüre katkısı ise, güncel veriler ışığında Türkiye'nin iki deprem metropolü olan İstanbul ve İzmir için aynı tarihlerde toplanmış veriler ile yapılmış eş zamanlı analizleri kapsamaktadır.

Çalışma, güncel veriler ışığında depremin konut fiyatlarına etkilerini Türkiye'nin iki ana metropolü için analiz ederek hem ilgili literatüre katkı yapması hem de politika yapımcılar için yol haritası sunması açısından önem arz etmektedir.

2. Depremin Ekonomiye Etkileri

Doğal afetler yol açtıkları korku, savunmasızlık, tehlike ve risk algısı ile psikolojik etkiler yaratmanın yanı sıra; bölgeden dışarıya göç, sosyal ilişkilerde yaşanan ani değişim ve toplumsal hareketlilik gibi sosyal etkilere de yol açmaktadır. Ayrıca doğal afetlerin yaşam alanlarında meydana getirdiği coğrafi değişiklikler ile birlikte tüm sayılan sonuçları kapsar nitelikte ekonomik etkiler de bir dağ gibi ülkelerin/bölgelerin karşısında dikilmektedir. Bu nedenle doğal afetler, etkileri açısından çok yönlü bir bakış açısıyla ele alınmalıdır (Altun, 2018, s. 2-3). Doğal afetlerin yol açtığı ekonomik etkiler ise dört zaman dilimi altında sınıflandırılabilir.



Şekil 1. Depremin ekonomiye dönemler itibarıyla etkileri (Kaynak: Şekil, Jaramillo (2009) çalışması esas alınarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur).

Figure 1. The effects of earthquakes on the economy by periods.

Doğal afetlerin ekonomiye verdiği etkileri ayrıca doğrudan, dolaylı ve uyarılmış etkiler olarak da sınıflandırmak mümkündür. Doğrudan etkiler altyapı, binalar, makineler ve tarımsal varlıklar üzerindeki fiziksel etkileri ifade ederken dolaylı etkiler, doğrudan stok kayıplarının sonucu olarak ortaya çıkmakta; üretim ve ücret kayıplarını içermektedir. Uyarılmış etkiler ise gayrisafi milli hasıla, tüketim ve enflasyon gibi ekonomik değişkenler üzerindeki toplam etkileri ve yardım, yeniden yapılandırma çabaları için hükümet kaynaklarının yeniden dağıtımını içermektedir (Mechler, 2003, s. 36). Sınıflandırma her ne şekilde yapılsa yapılsın depremlerin ülkelerin iktisadi yapısı üzerinde yarattığı tesirler yıkıcı olmakta, doğal afetin yarattığı belirsizlikle beraber etkilerin yapısı ve süresi derinleşmektedir. Ayrıca düşük gayrisafi yurtiçi hasılaya sahip ülkeler meydana gelebilecek bir depremin ekonomik etkilerine karşı daha kırılgan durumdadır (Coburn & Spence, 1992, s. 66).

Kısa vadede depremlerin büyüme üzerinde yarattığı negatif etkiler literatürdeki bazı çalışmalarda ele alınmıştır.

Örneğin 1755 yılında Lizbon'da meydana depremin maliyeti Portekiz'in gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH)'sinin %32'si ile %48'ine tekabül etmiş (Pereira, 2006, s. 466); 17 Ağustos 1999'da meydana gelen Marmara Depremi'nin gayrisafi yurt içi hasıla üzerindeki ilk etkisi GSYİH'nin -4,5% ile %0,8 arasında yer almış (Selçuk & Yeldan, 2001, s. 483), Haiti'de 2000 yılında meydana gelen depremin ilk etkisinin 8,1 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmiştir (Cavallo vd., 2010, s. 298). Son olarak Türkiye'de 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkez üssünde yaşanan ve 11 ili etkileyen 3 büyük depremin ardından meydana gelen ekonomik zararın 103 Milyar dolar düzeyinde olduğu öngörülmüştür (Euronews, 2023). Ancak tam burada şunu da belirtmek gerekmektedir: Depremlerin GSYİH ve büyüme üzerindeki etkilerinin kısa, orta ve uzun vadelerde farklı olduğuna, kimi zaman uzun vadede negatif etkinin telafi edilebildiğine literatürde değinilmektedir (Akar, 2013, s. 190). Bu noktada, deprem ile kısa vadede yaşanan sermaye stoku aşınmasının, uzun vadedeki doğru planlamalar ile yerine koyulabildiği ve hatta yeni doğal afetler dikkate alınarak gerçekleştirilen yapılaşmalar ile kimi zaman uzun vadedeki yıkımlardan kaçınılarak daha büyük zararların önüne geçilebildiği tarihte görülmüştür.

Uzun vadede depremlerin ekonomik etkilerini araştıran çalışmalar ise farklı bulgular elde etmişlerdir. 1987 yılında gerçekleşen Ekvator Depremi, 1995 yılında gerçekleşen Kobe Depremi ve 2011 yılında gerçekleşen Tohoku Depremi'nin dolaylı etkilerinin doğrudan etkilerinden defalarca kat yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle üretimin durması, yıkımın yol açtığı kayıptan daha yüksek reel gelir kaybına neden olmuştur. Ayrıca büyük depremler sonrası gelen ikincil felaketlerin (tsunami, yangın, toprak kayması vb.) depremin dolaylı etkilerini arttırdığı tespit edilmiştir. Büyük depremlerin sonrasında, depremin dolaylı etkilerinin toplam etkinin yaklaşık %61'ini teşkil ettiği görülmüştür (Daniell vd., 2011).

3. Depremin Konut Piyasasına Etkileri: Literatür Üzerinden Analiz

Depremin konut fiyatlarına etkilerini incelemeye başlamadan önce hedonik konut fiyatlarında belirleyici olan faktörleri iyi analiz etmek önemlidir. Hedonik konut fiyatlarına etki eden faktörleri ele alan çalışmalar incelendiğinde ise genel itibarıyla makroiktisadi etkileri ele alanlar ve mikroiktisadi etkileri ele alanlar olarak ikiye ayrılabilir. Makroiktisadi etkileri ele alan çalışmalar, gerçekleşmiş depremlerin veya deprem algısının hedonik konut fiyatlarına etkilerini analiz etmektedir. Söz konusu çalışmalarda genel itibarıyla gelir düzeyi, döviz kuru, konut kredi faizleri, işsizlik oranı ve depremin hedonik konut fiyatlarına etkileri analiz edilmektedir. Konut fiyatlarının mikro belirleyicileri bağlamında ise yine birçok çalışma bulunmaktadır. Bu tür çalışmalarda ise konutun büyüklüğü, asansör ve otoparkının bulunması, şehir merkezine yakınlığı, manzarası, toplu ulaşımına yakınlığı gibi birçok faktörün konut fiyatlarına etkileri analiz edilmektedir. Bu çalışma, konut fiyatlarının belirleyicileri açısından mikro perspektifi benimsemiş bir çalışma olduğundan literatürdeki mikro perspektifli çalışmaları ayrıntılı olarak ele almak yerinde olacaktır.

Üçdoğruk (2001) 2001 yılı Mayıs ayında İzmir'deki emlakçılara uyguladığı anket sonucunda konutun özellikleri, site içinde olması ve muhit özelliklerinin konut fiyatlarını belirlediğini tespit etmiştir.

Yankaya & Çelik (2005) ise İzmir metrosunun konut fiyatlarına etkisini Hedonik Konut Fiyat Modeli (HKFM) ile tahminlemiş ve istatistiki olarak anlamlı bulgular elde etmiştir. Selim (2009) ise HKFM ve Yapay Sinir Ağları Modellemesi ile Türkiye'de konut fiyatlarının belirleyicilerini havuz, oda sayısı, konutun büyüklüğü, muhit ve konut türü olarak tespit etmiştir. Wilhelmsson vd. (2011) İsveç için yaptıkları çalışmada konut fiyatını zemin, konut yaşı ve manzara gibi konut özelliklerinin belirlediğini tespit etmişlerdir. Kördiş vd. (2014) Antalya'da konut fiyatlarının belirleyicilerini HKFM ile tahminlemişler ve belirleyici faktörler olarak konutun genişliği, muhit, deniz manzarası, otopark, ısıtma sistemi ve asansör olarak tespit etmişlerdir. Yayar & Karaca (2014), TR83 bölgesi için, Mayıs-Eylül 2012 ayları arasında 1453 konut bilgisi ile yaptıkları HKFM tahminlemesi sonucunda banyo sayısı, asansör ve kaloriferin varlığının, konut fiyatlarını pozitif etkilediğini tespit etmişlerdir. Kim vd. (2015) Seul'de 2006 – 2012 döneminde hedonik konut fiyatlarının belirleyicilerinin yapının yaşı, büyüklüğü, bulunduğu kat, metro istasyonuna ve okula yakınlığı ile manzarası olduğunu tespit etmişlerdir. Çiçek & Hatırlı (2015) Isparta için yaptıkları HKFM tahminlemesi sonucunda konut fiyatı belirleyicilerini muhit, hava kirliliği, konutun yaşı, büyüklüğü, oda sayısı, merkezi ısıtma, otopark ve cephesi olarak bulmuşlardır. Bulut vd. (2015) Samsun ilinde konutların fiyatlarını etkileyen faktörleri belirlemek için yine HFM kullanmışlar ve bina yaşı, bulunduğu kat, merkezi ısıtma, muhit gibi faktörlerin fiyatlarda belirleyici olduğunu tespit etmişlerdir. Daşkıran (2015) Denizli için tahminledikleri HFM sonucunda, konutun bulunduğu katın, asansör ve oda sayısının, banyo sayısının, kaloriferli ısıtma sisteminin, eğitim ile sağlık kuruluşlarına uzaklıkların ve şehir merkezine yakınlığın konutun fiyatı üzerinde anlamlı etkilere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Afşar vd. (2017) Kasım – Aralık 2016 döneminde internetteki satılık konut ilanları verileri üzerinden Eskişehir'de konutların satış fiyatlarına etki eden faktörlerin konutun büyüklüğü, banyo sayısı, merkezi ısıtma, asansör, otopark, bulunduğu kat ve mahalle olduğunu tespit etmişlerdir. Çalmaşur & Emre Aysin (2019) TRA1 bölgesinde konut fiyatlarına etki eden faktörleri oda sayısı, banyo sayısı, muhit, otopark ve konut büyüklüğü olarak tespit etmişlerdir. Zaabi & Bekele (2019) ise Birleşik Arap Emirlikleri'nde konut fiyatlarının belirleyicilerinin oda sayısı, banyo sayısı, havuzlar ve baz istasyonları olduğunu tespit etmişlerdir. Güler vd. (2019) Rize'de 2016 yılında bir anket uygulaması yapmışlar ve konut fiyatının belirleyicilerini konutun alanı, ısıtma sistemi, semt, konutun yaşı ve deniz manzarası olarak bulmuşlardır. Gözen & Bostancı (2021) da 2020 yılında İzmir'te yaptıkları kantil regresyon analizi sonucunda açık yüzme havuzu, ankastre mutfak, ara katta bulunma, asansör, deniz manzarası gibi özelliklerin konut fiyatları için belirleyici olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Binoy vd. (2022) ise Hindistan için yaptıkları ekonometrik analizler sonucunda konut fiyatlarının belirleyicilerinin ulaşımına yakınlık, iş merkezlerine yakınlık, suç alanlarına uzaklık ve yaşanan felaket geçmişi olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye'de konut fiyatlarına depremlerin etkilerini araştıran çalışmalar incelendiğinde ise az sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Önder vd. (2004) tarafından yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre İstanbul'da fay hatlarına olan uzaklık konut değerlerini açıklamada önemli bir faktördür.

Keskin (2008) İstanbul'da konut fiyatlarının belirleyicilerine yönelik tahminlediği HKFM sonucunda, depremin konut fiyatları üzerinde belirleyici olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yayar & Gül (2014) Mersin için yaptıkları analizleri sonucunda konutun kullanım alanı, mutfak büyüklüğü, pazara uzaklık, banyo sayısı, garaj, merkezi uydu sistemi, özel güvenlik ve asansör sayısı değişkenlerinin konut fiyatları üzerinde pozitif etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Deprem yönetmeliğine uygunluk değişkeninde ise anlamlı bulgu elde edememişlerdir. Keskin vd. (2016), 2007 ve 2012 yıllarında Van'da gerçekleşen depremlerin İstanbul'daki deprem algısı üzerinden konut fiyatlarını etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır. Bu çalışma depremin gerçekleştiği bölgedeki konut fiyatlarına etkisinden ziyade İstanbul'da gerçekleşeceği söylenen şiddetli depremi hatırlatan bir deprem gerçekleşmesi durumunun İstanbul'daki konut fiyatlarına etkisini araştırmaktadır. Alas & Ülger (2019) emlak sitelerinden topladıkları konut fiyatları verileri üzerinden yaptıkları ekonometrik analiz sonucunda İstanbul'da gerçekleşmiş olan büyük depremin ve büyük bir deprem daha gerçekleşme riskinin varlığının, konut fiyatlarını belirli bölgelerde düşürücü etki yaptığını tespit etmişlerdir. Arslanlı (2020) çalışmada fay hattına yakınlık arttıkça konut fiyatının düştüğü tespit edilmiştir. Ak Çetin & Akpınar (2021) çalışmada sahibinden.com emlak sitesinden derlenen İzmir'in Seferihisar ilçesindeki 1063 konut için yapılan HKFM sonuçlarına göre deprem yönetmeliğine uygunluk parametresi konut fiyatları üzerinde anlamlı bir etkiye yol açmamaktadır. Er vd. (2023) Türkiye'nin farklı illeri için yaptıkları analiz sonucunda Bolu Gerede bölgesinde aktif fay hattına yakınlığın konut fiyatları için önemli bir belirleyici olduğunu tespit etmişlerdir. **Literatürdeki tüm bu çalışmalar bir arada düşünüldüğünde deprem faktörünün Hedonik Fiyat Modeli'ne, konut fiyatlarını etkileyen bir faktör olarak çok az sayıda çalışmada dâhil edildiği ve çalışmaların 1999 Marmara Depremi'nden sonra yayınlandığı göze çarpmaktadır.**

Konut fiyatlarına etki eden faktörlere yönelik ilgili uluslararası örneklemli çalışmalar incelendiğinde ise depremin konut fiyatlarına etkilerine yönelik çok daha fazla çalışmaya rastlanmaktadır. Brookshire vd. (1985) California'daki konut piyasasını analiz etmişler ve deprem risk algısının, daha güvenli konut talebini arttırarak fiyatlara etki ettiği bulgusunu tespit etmişlerdir. Murdoch vd. (1993) 1989 yılında ABD'nin San Francisco şehrini vuran depremin konut fiyatlarına etkilerini analiz etmişler ve depremin bölgedeki konut fiyatlarını genel olarak düşürdüğünü göstermişlerdir. Kawawaki & Ota (1996) ise çalışmada 1995 yılında Japonya'nın Kobe kentini vurmuş Büyük Hanşin Depremi'nin hedonik konut fiyat endeksine etkisi olduğu ancak fiyatlar ile kiralara arasında etki farkının olduğunu tespit etmişlerdir. Beron vd. (1997) yine 1989 San Francisco depreminin konut fiyatlarına etkisini incelemişler ve Murdoch vd. (1993) ile benzer ampirik bulgular elde etmişlerdir. Nakagawa vd. (2007), Tokyo Bölgesi'nin 1998 yılına ait tehlike haritasını kullanarak yaptıkları analizde deprem riski yüksek bölgelerde ev kiralalarının oldukça düşük olduğu sonucuna varmışlardır. 2010 yılında yaptıkları çalışmada ise Naoi vd. (2009) deprem olma olasılığının konut kiralaları üzerinde negatif bir etkisinin olduğu ve bu etkinin konut özelliklerine bağlı olarak değiştiği sonucuna varmışlardır.

Deng vd. (2015), Çin'de 2008 yılında meydana gelen Wenchuan depreminden etkilenen bölgelerdeki birinci ve ikinci katlarda bulunan konutların fiyatlarının depreme beraber tetiklenip arttığı ve daha sonrasında bu konutlara ait fiyatların deprem öncesi düzeyine geri döndüğü sonucuna varmışlardır. Hidano vd. (2015) Tokyo'nun 23 bölgesi için yaptıkları mekânsal analizler sonucunda sismik hareketlilik riskinin daha düşük olduğu bölgelerde konut fiyatlarının daha yüksek olduğunu ve yeni binaların fiyatlarının (daha dayanıklı olarak algılandıklarından) yüksek riskli bölgelerde dahi yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Koster & van Ommeren (2015) çalışmada ise doğalgaz çıkarımının zaman zaman ilgili bölgede depremlere yol açabildiği bulgusundan hareketle, Hollanda'nın Gröningen şehrinde 580.000 konut üzerinde yaptıkları HKFM tahminlemesi sonucunda, hissedilebilir derecedeki depremlerin oluşumunun konut fiyatlarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Staer & LaCour-Little (2016) ise Yeni Zelanda'nın Christchurch bölgesinde şiddetli depremlerin öncesinde ve sonrasında konut piyasasını araştırmışlardır. Depremler öncesinde konut fiyatları nispeten stabil iken depremler sonrasında evleri hasar görenlerin arttırdığı talep, müzayede satışları ve yeni konut inşaatları nedeniyle fiyatların hızla arttığı gözlenmiştir. Bond & Dermisi (2017), 2010 ve 2011 yıllarında Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde meydana gelen 2 büyük depremin ardından özellikle yeni ve depreme dayanıklı binaların fiyat artışını tetiklediğinin altını çizmişlerdir. Metz vd. (2017) Oklahoma'da atık su kuyularındaki su basıncının yarattığı sismik hareketliliğin ev fiyatlarını %3-5 arası düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Logan (2017), 2011 yılında Yeni Zelanda'da yaşanan Canterbury Depremi sonrası risk algısının konut fiyatlarına etkisini analiz etmiş ve bölgedeki deprem riski yüksek alanlar için istatistiki olarak anlamlı etkiler tespit etmiştir. Cheung vd. (2018) de Oklahoma'da 2006 – 2014 zaman aralığında gerçekleşen şiddetli depremlerin ardından konut satış fiyatlarının %9 oranında düştüğünü tespit etmişlerdir. Boelhouwer & van der Heijden (2018) Hollanda'nın Gröningen şehrinde, doğalgaz çıkarılmaya başlanmasını takiben gerçekleşen irili ufaklı depremlerin konut fiyatlarını azaltıcı etki yaptığı bulgusuna ulaşmışlardır. Fekrazad (2019) Kaliforniya için yaptıkları analizlerde depremdeki ölüm sayısı arttıkça konut fiyatı değişimlerinin de fazlaştığını göstermişlerdir. Seko (2019) Japonya geneli için tahminlediği HKFM sonucunda depremlerin konut fiyatlarını negatif etkilediğini tespit etmiştir. Singh (2019), 1970 – 2010 zaman aralığında California'nın fay hattı üzerindeki alanlarında konut fiyatlarının seyrini analiz etmiştir ve hat üzerindeki konutların fiyatlarının düştüğü tespit edilmiştir. Modica vd. (2021), 2012 yılında İtalya'nın kuzeyinde meydana gelen depremin ardından ortalama konut fiyatlarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Burnett & Mothorpe (2021), Oklahoma Eyaleti'nde konut sahiplerine yaptıkları anket sonucunda depremlerin risk algısını arttırarak konut fiyatlarına negatif etki ettiğini tespit etmişlerdir. Gibbons vd. (2021) ise İngiltere'de kaya gazı çıkarımının yol açtığı orta büyüklükteki depremlerin konut fiyatlarını azaltıcı etki yarattığını tespit etmişlerdir. Mothorpe & Wyman (2021) Oklahomo'daki sismik hareketliliklerin bölgede yaşayanlar tarafından hissedilme düzeyini araştıran bir anketin bulgularını kullanarak yaptıkları analizler sonucunda 2010 – 2015 yılları arasında depremlerin büyüklüğü arttıkça konut fiyatlarının daha fazla düşme eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir.

Pulido vd. (2022) Mexico City'e ait verilerle yaptıkları analizde deprem öncesi durumda riskli mülklerin fiyatlarının düşük olduğu ve deprem sonrası bu fiyatlarda indirime gidildiği bulgusuna ulaşmışlardır. Huang (2021) Yeni Zelanda Christchurch için yaptıkları analizlerde deprem riskine yönelik güvenilir kaynaklardan yapılan açıklamaların bireysel görüşlerden daha önemli ölçüde yüksek riskli alanlardaki konut fiyatlarını azalttığını tespit etmiştir. Jung & Smith (2021) ise 2014 ve 2019 yıllarında ABD'nin Kaliforniya eyaletinde meydana gelen iki şiddetli depremin öncesi ve sonrasında konut fiyatları üzerine ampirik araştırmalar yapmışlardır. Ekonometrik tahminleme sonuçları, konut fiyatlarının söz konusu iki depremi takip eden 6 ayda, öncesindeki 6 aya göre daha düşük seyrettiğini göstermiştir. Ikefuji vd. (2022), Japonya'nın 5 şehrinde deprem riskinin konut fiyatları üzerinde negatif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Halkia & Ludwig (2022) ise Oklahoma Eyaleti'ndeki doğalgaz çıkarımı sırasında kullanılan hidrolik basıncın uyardığı depremlerin konut fiyatlarını azaltıcı etki yarattığını tespit etmişlerdir. Kawabata vd. (2022) 2002 – 2018 yılları arasındaki döneme dair Tokyo için analizleri sonucunda, deprem riski azaldıkça konut fiyatlarının ve konuta yönelik yapılaşmaya uygun alanların fiyatlarının arttığını tespit etmişlerdir. Tu vd. (2023), Tayvan'da 1999 yılında yaşanan Fiji depremi sonrasında bölgedeki konut fiyatlarının düştüğünü tespit etmişlerdir. Duran & Elhorst (2023), Hollanda için 1994 – 2014 zaman aralığı için yaptıkları ampirik modelleme sonucunda depremlerin şiddeti arttıkça konut fiyatlarının düşme oranının arttığını tespit etmişlerdir.

Shi & Naylor (2023), Yeni Zelanda'da 2010 ve 2011 yıllarında yaşanan Canterbury depremlerinin ardından yaptıkları analizler sonucunda, deprem öncesi deprem riski algısının konut fiyatlarında belirleyici olmadığını ancak deprem sonrasında risk algısının özellikle riskin yüksek olduğu alanlarda konut fiyatlarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

4. Türkiye'de Deprem Yönetmeliği, Depreme Dayanıklılık ve Konut Fiyatları İlişkisi

Konutların depreme dayanıklılığı, şiddetli depremlerin sıkça gerçekleştiği ülkemizde özel önem arz etmektedir. Tablo 1'de Cumhuriyet'in ilanından sonra Türkiye'de yaşanan, en çok can kaybı ve bina hasarına yol açan depremlerin verileri özetlenmiştir.

Tabloda görüldüğü üzere son 6 yıl içerisinde 6 büyük deprem yaşanmış olup 2023 yılında yaşanan merkez üssü Kahramanmaraş ve Gaziantep olan depremlerin verdiği doğrudan zararın 103 milyar \$ olduğu tahmin edilmektedir. Depremin yarattığı zararları gidermek adına yapılacak olan iyileştirme ve yeniden inşa faaliyetlerinin maliyetinin ise doğrudan zararın iki katı kadar daha fazla olacağı öngörülmektedir. Konutlardaki doğrudan hasarlar toplam hasarın %53'ünü oluştururken, konut dışı binalardaki hasarlar toplam hasarın %28'ini (örneğin sağlık tesisleri, okullar, hükümet binaları ve özel sektör binaları) ve altyapı hasarları toplam hasarın %19'unu (örneğin yollar, elektrik, su temini) oluşturmaktadır (Dünya Bankası, 2023).

Tablo 1. Cumhuriyet Tarihinde Yaşanmış En Büyük Depremler (Kaynak: BOUN, 2023; AFAD, 2023a).

Table 1. The Largest Earthquakes Recorded in the History of the Republic of Türkiye (Source: BOUN, 2023; AFAD, 2023a).

Tarih	Yer	Büyüklik	Can Kaybı	Hasarlı Bina	Tarih	Yer	Büyüklik	Can Kaybı	Hasarlı Bina
13.09.1924	Horasan (Erzurum)	6.8	60	380	19.08.1966	Varto (MUŞ)	6.9	2396	20007
31.03.1928	Torbali (İzmir)	6.5	50	2500	22.07.1967	Mudurnu (Adapazarı)	6.8	89	7116
07.05.1930	Türk-İran Sınırı	7.2	2514	-	3.09.1968	Bartın (Zonguldak)	6.5	29	2478
19.04.1938	Kırşehir	6.6	160	4066	28.03.1970	Alaşehir (Manisa)	6.5	53	3072
22.09.1939	Dikili (İzmir)	6.6	60	1235	28.03.1970	Gediz (Kütahya)	7.2	1086	19291
27.12.1939	Erzincan	7.9	32968	116720	22.05.1971	Bingöl	6.8	878	9111
20.12.1942	Erbaa (Tokat)	7	3000	32000	06.09.1975	Lice (Diyarbakır)	6.6	2385	8149
20.06.1943	Hendek (Adapazarı)	6.6	336	2240	24.11.1976	Muradiye (VAN)	7.5	3840	9232
27.11.1943	Ladik (Samsun)	7.2	4000	40000	30.10.1983	Erzurum – Kars	6.9	1155	3241
01.02.1944	Gerede-Çerkeş (Bolu)	7.2	3959	20865	7.12.1988	Kars – Ermenistan	6.9	4	546
06.10.1944	Ayvalık (Balıkesir)	6.8	30	5500	13.03.1992	Erzincan	6.8	653	8057
23.07.1949	Karaburun (İzmir)	6.6	7	865	17.08.1999	Gölcük (Kocaeli)	7.8	17480	73342
17.08.1949	Karlova (Bingöl)	6.7	450	3500	12.11.1999	Düzce	7.5	763	35519
13.08.1951	Kurşunlu (Çankırı)	6.9	50	3354	01.05.2003	Bingöl	6.4	176	6000
18.03.1953	Yenice (Çanakkale)	7.2	265	6750	23.10.2011	Van	7.2	644	17005
16.07.1955	Söke-Balat (Aydın)	6.8	23	470	24.05.2014	Gökçeada Açıkları-Ege Denizi	6.8	-	-
25.04.1957	Fethiye Rodos (Muğla)	7.1	67	3200	20.07.2017	Bodrum (Muğla)	6.5	-	-
26.05.1957	Abant (Bolu)	7.1	52	5200	24.01.2020	Sivrice (Elazığ)	6.8	-	-
06.10.1964	Manyas (Balıkesir)	7	23	5398	30.10.2020	İzmir	6.6	116	6153
					06.02.2023	Kahramanmaraş ve Gaziantep	7.7 – 7.7 – 6.6	50.783*	1010671

*TURKONFED Ön Analiz Raporu'nda can kaybını 72663 olarak tahminlemiştir.

2020 yılında merkez üssü İzmir olan deprem neticesinde ekonomik kaybın 900 milyon \$ (veya Türkiye'nin 2019 GSYİH'sinin yüzde 0.12'sine eşdeğer) aştığı tahmin edilmiştir (Simpson, 2022, s. 5). Yine 2020 yılında Elazığ'da yaşanan depremin maliyeti 1.13 milyar \$ olarak hesaplanmıştır (CEDİM, 2020, s. 2). 1999 yılında yaşanan Marmara Depremi'nin ekonomiye etkisi ise ortalama 17 milyar dolar düzeyinde olmuştur. Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD)'ın değerlendirmelerine göre söz konusu deprem, ilgili yılın GSYİH'sinin %9'unun kaybına yol açmıştır (Euronews, 2021).

Tüm bu şiddetli depremler ve yaşanan kayıplar Türkiye'de deprem yönetmeliği uygulamasını da beraberinde getirmiştir. Türkiye'de bugüne dek deprem yönetmeliği 7 kez revize edilmiştir. 2007 yılında yapılan son revizyon 1 Ocak 2019 tarihindeki Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliklerin tümünün ortak amacı, yapıların buldukları deprem bölgesi ve zemin özelliklerine göre dayanıklı yapımın ve tasarımının sağlanmasıdır. Tümünün ortak amacı bu iken yönetmeliklerin sürekli güncellenmesinin ise 3 temel nedeni bulunmaktadır. Birincisi; gelişen bilgi ve teknolojiler ile malzeme çeşitliliğinin artması ve yapı modellerinin gelişmesidir. İkincisi; mevcut yapı stokunun önemli bir kısmı depreme dayanıksızdır. Üçüncüsü ise; kentsel dönüşüm ve yapısal risk azaltma çalışmaları kapsamında değerlendirmeler ve güçlendirmeler gerekmiştir (AFAD, 2023b). Her ne kadar Türkiye tarihinde birçok büyük deprem yaşanmış olsa da 1999 yılında Marmara'da yaşanan deprem, Türkiye'nin afet yönetimi anlayışı bakımından bir dönüm noktasıdır. Zira depremin etkilemiş olduğu 7 ilin milli gelir içindeki payı o dönemde yaklaşık %35, sanayi katma değeri içindeki payı yaklaşık %47 oranında olduğundan ve bölgenin sanayinin yoğunlaştığı bir bölge olmasından dolayı depremin yarattığı yıkım oldukça fazla olmuştur (Aktürk & Albeni, 2002, s. 5).

4.1. Veri, Model ve Yöntem

Bu çalışmada ampirik analiz verileri olarak İzmir ve İstanbul'daki konutların özellikleri ve konut fiyatları hepsiemlak.com emlak sitesinden rassal örneklem alma yöntemi ile toplanmıştır. Konut verileri 2023 yılı Şubat ayı başında toplanmıştır. Bu nedenle verilerin, Kahramanmaraş Depremi'nin yarattığı konut fiyat artışlarından etkilenmemiş veriler olduğunu söylemek mümkündür. Veriler toplanırken İzmir ve İstanbul'da her ilçeden 10 konutun verilerinin toplanmasına özen gösterilmiştir. Böylelikle iki şehirde de konutların coğrafi dağılımı açısından sapmasız bir veri seti elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda İzmir'de konut verilerinin toplandığı ilçeler şu şekilde sıralanabilir: Aliağa, Balçova, Bayındır, Bayraklı, Bergama, Bornova, Buca, Çeşme, Çiğli, Dikili, Foça, Gaziemir, Güzelbahçe, Karabağlar, Karaburun, Karşıyaka, Kemalpaşa, Kiraz, Konak, Menderes, Menemen, Narlıdere, Ödemiş, Seferihisar, Selçuk, Tire, Torbalı ve Urla. Sıralanan bu 28 ilçe kapsamında toplam 280 konut verisi elde edilmiştir. Beydağı ve Kınık ilçelerinde veri toplanan tarihlerde ilan olmadığından analize bu ilçelerden konutların verileri dahil edilememiştir. İstanbul için konut verilerinin toplandığı ilçeler ise şu şekilde sıralanabilir: Adalar, Arnavutköy, Ataşehir, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Başakşehir, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beykoz, Beylikdüzü, Beyoğlu, Büyükçekmece, Çatalca,

Çekmeköy, Esenler, Esenyurt, Eyüpsultan, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Kartal, Küçükçekmece, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sarıyer, Silivri, Sultanbeyli, Sultangazi, Şile, Şişli, Tuzla, Ümraniye, Üsküdar ve Zeytinburnu. Sıralanan bu 39 ilçe bünyesinde de 390 konut verisi toplanmıştır.

Toplanan konut verilerinde fiyat verisi olarak endeksa.com sitesinden yararlanılmıştır. Söz konusu sitede ilgili ilçede Şubat 2023 itibarıyla 100 – 130 metrekare evlerin ortalama fiyat bilgisi TL cinsinden edinilmiştir. Bu noktada, konutun kendi satış fiyatı yerine bölgedeki ortalama fiyatın tercih edilmiş olmasının iki temel sebebi bulunmaktadır. Birincisi, birçok konutun sahibinden satılıyor olmasından dolayı konutlara biçilen değerler oldukça özeldir ve bazı ilanlar konutun gerçek değerini yansıtmayabilmektedir. İkincisi, son dönemlerde yabancılara konut satışı (döviz kurundan dolayı) hızla artış gösterdiğinden, yabancılar tarafından tercih edilebileceği düşünülen konutların fiyatı gerçek değerinden yüksek olarak satışa koyulmaktadır. Bu nedenlerle, bölgedeki ortalama konut fiyatının esas alınmasının daha sağlıklı ampirik analiz sonuçlarını beraberinde getireceği düşünülmüştür.

Konutlara dair toplanan diğer veriler ise konutun oda sayısı, asansörünün olup olmaması, otoparkının olup olmaması, deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmiş olması, konutun şehir merkezine yakın olması, konutun sanayiye yakın olması ve denize yakın olması olarak sıralamak mümkündür. Oda sayısı, konutun büyüklüğünü göstermesi açısından önemli bir parametredir. Asansörün olup olmaması ve otoparkın olması da literatürde konut tercihinde ve fiyatlandırmada etkili görülen parametrelerdir. Konutun şehir merkezine yakınlığı hususunda, valilik binasının bulunduğu ilçe şehir merkezi kabul edilerek yakınlık belirlenmiştir. Konutun sanayi merkezlerine yakınlığı konusunda ise organize sanayi bölgeleri ve sanayi sitelerine yakınlık esas alınmıştır. Denize yakınlık konusunda, konutun bulunduğu ilçenin denize kıyısının bulunması esas alınmıştır. Son olarak, çalışmanın literatüre katkı sunduğu alan olan depremlerin konut fiyatlarına etkilerini tespit etmek açısından ise konutun deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmiş olup olmaması verisi elde edilmiştir. Bu noktada, 1999 Marmara Depremi'nden sonra deprem yönetmeliğinde yapılan değişiklikler ve deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmiş binalara olan talebin artmış olması gerçeğinden yola çıkılmıştır. Bu noktada da sapmalı sonuçlar elde etmemek adına her ilçeden toplanan konut verilerinde konutların yarısının 2000 yılı öncesi inşa edilmiş yapıda, yarısının da 2000 yılı sonrası inşa edilmiş yapıda olmasına dikkat edilmiştir.

4.2. Ampirik Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında verilerin toplanması aşamasının ardından İstanbul ve İzmir için ampirik model tahminlemesi aşamasına geçilmiştir. Ampirik modellemede literatürdeki çalışmaların modelleri incelenmiş ve esas alınmıştır. İstanbul için 390, İzmir için 280 kesit verinin olduğu veri setleri kullanılarak tahminlenen model aşağıdaki gibidir:

$$\text{Konut Fiyatı} = \beta_1 + \beta_2 \text{Oda Sayısı} + \beta_3 \text{Asansör} + \beta_4 \text{Otopark} + \beta_5 \text{Deprem} + \beta_6 \text{Merkez} + \beta_7 \text{Deniz} + \beta_8 \text{Sanayi} + e \quad (1)$$

Bağımlı değişken olan konut fiyatı, ilçedeki ortalama konut fiyatını ifade etmektedir.

Bağımsız değişkenlerden oda sayısı, konutun kaç adet odaya sahip olduğunu göstermektedir. Geri kalan değişkenler ise modelin gölge değişkenleri olarak değerlendirilebilir. Zira asansör, otopark, deprem yönetmeliğine uygunluk, şehir merkezine yakınlık, denize yakınlık ve sanayiye yakınlık hususlarının olduğu konutlar için veri olarak 1, olmayan konutlar için 0 olarak girilmiştir.

Model yarı logaritmik modeldir. Bağımlı değişkenin logaritmik değeri kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin büyük kısmı gölge değişken özelliğinde olduğundan, modelin diğer yanının ise lineer (doğrusal) kalmasına dikkat edilmiştir. Tahminleme yöntemi olarak En Küçük Kareler (EKK) Yöntemi tercih edilmiştir. Gauss Markov Teoremi'ne göre EKK tahmin edicileri en etkin, doğrusal, sapmasız tahmin edicilerdir. En etkin tahmin edicinin anlamı, tüm diğer tahmin ediciler içinde varyansı en küçük olan tahmin edici olmasıdır. Sapmasızlık ise tahmin edilen değerlerin gerçek değere eşit olmasını ifade etmektedir. EKK tahmin edicileri ile yapılan tahminlemelerde, hata karelerini minimize eden rotadan, doğrusal regresyon doğrusunun geçtiği varsayılmaktadır (Newbold vd., 1994, s. 447-450).

Her iki il için de yapılan tahminlemelerde GRETl Ekonometri Paket Programı kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin işaretlerine ilişkin beklentiler ise şöyle sıralanabilir: oda sayısının konut fiyatı üzerindeki etkisi pozitif; asansörün bulunmasının fiyata etkisi pozitif; otoparkın bulunmasının fiyata etkisi pozitif; deprem yönetmeliğine uygunluğun fiyata etkisi pozitif; denize yakınlığın fiyata etkisi pozitif; şehir merkezine yakınlığın fiyata etkisi pozitif; sanayiye yakınlığın fiyata etkisi negatif. Tablo 2'de İstanbul için yapılan EKK tahminleme sonuçları yer almaktadır.

Tahminleme sonuçları, İstanbul'da konut fiyatlarının belirleyicilerinin, otopark, merkeze yakınlık, sanayiye yakınlık ve denize yakınlık olduğunu işaret etmektedir. Bunlardan otopark, merkeze yakınlık ve denize yakınlık bağımlı değişkene pozitif etki ederken; sanayiye yakınlık negatif etki etmektedir. Dolayısıyla bu değişkenlerin etkilerinin beklentilerimiz ile uyduğu görülmektedir. Ayrıca tüm bu bulgular literatürde Türkiye için yapılmış birçok çalışmanın bulguları ile de örtüşmektedir. Bu çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Selim (2009), Kördiş vd. (2014), Yayar & Karaca (2014), Çiçek & Hatırlı (2015), Daşkıran (2015), Gözen & Bostancı (2021).

Tablo 2. İstanbul'da Konut Fiyatlarının Belirleyicileri İçin EKK Tahmin Sonuçları.

Table 2. OLS results for housing price determinants in Istanbul.

	Katsayı	Std. Hata	t-ist	Olasılık	
Sabit	14.4711	0.0912842	158.5	<0.0001	***
Oda	0.0260415	0.0225892	1.153	0.2497	
Asansör	-0.0225170	0.0584383	-0.3853	0.7002	
Otopark	0.124538	0.0551385	2.259	0.0245	**
Deprem	-0.00549073	0.0533290	-0.1030	0.9180	
Merkez	0.389327	0.0510948	7.620	<0.0001	***
Sanayi	-0.138516	0.0540709	-2.562	0.0108	**
Deniz	0.425000	0.0546391	7.778	<0.0001	***

*, %10 düzeyinde istatistiki anlamlılık; **, %5 düzeyinde istatistiki anlamlılık; ***, %1 düzeyinde istatistiki anlamlılık.

Tahminlemeye dâhil edilen değişkenlerden oda sayısı, asansör ve deprem yönetmeliğine uygunluğun ise konut fiyatlarında belirleyici olmadığı görülmektedir. Bu bulgulardan depreme uygun inşa edilmiş binaların fiyatlandırmasına dair bulgu ilgi çekicidir. Zira 1999 depremini yaşamış ve büyük bir depremin daha yakın tarihte beklendiği İstanbul için bu sonuç şaşırtıcıdır. İki açıdan deprem yönetmeliğine uygun inşa edilmiş yapıların fiyatlarının daha yüksek olması beklenmektedir. Zira birincisi, İstanbul'da beklenen büyük bir deprem bulunmaktadır. İkincisi ise 1999 öncesi inşa edilmiş yapılar 1999 depremini yaşamış, bir kısmı hasar görmüş, bir kısmı da yıpranmış yapılarıdır. Dolayısıyla rasyonel satın alma kararı çerçevesinde, 2000 yılı sonrasında inşa edilen yapılardaki konutlara olan talebin daha yüksek olması ve dolayısıyla da fiyatlarının yükselmesi beklenmektedir. Ancak tahminleme sonuçlarından da görüldüğü üzere bu konuda istatistiki olarak anlamlı bulgular elde edilememiştir. Tablo 3'te ise İzmir için yapılan EKK tahminleme sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3. İzmir'de Konut Fiyatlarının Belirleyicileri İçin EKK Tahmin Sonuçları.

Table 3. OLS results for housing price determinants in Izmir.

	Katsayı	Std. Hata	t-ist.	Olasılık	
Sabit	14.3579	0.0951387	150.9	<0.0001	***
Asansör	-0.165949	0.0630668	-2.631	0.0090	***
Otopark	0.143255	0.0543420	2.636	0.0089	***
Deprem	0.00214038	0.0537798	0.03980	0.9683	
Merkez	0.151435	0.0573782	2.639	0.0088	***
Sanayi	-0.0154659	0.0601815	-0.2570	0.7974	
Deniz	0.354996	0.0544041	6.525	<0.0001	***
Oda	-0.0188652	0.0245825	-0.7674	0.4435	

*, %10 düzeyinde istatistiki anlamlılık; **, %5 düzeyinde istatistiki anlamlılık; ***, %1 düzeyinde istatistiki anlamlılık.

Ampirik bulgular, İzmir'de konut fiyatlarının belirleyicileri olarak asansör, otopark, merkeze yakınlık ve denize yakınlık değişkenlerini işaret etmektedir. Asansör değişkeni hariç tüm değişkenlerin işaretleri ise beklentilerimiz ile örtüşür şekilde pozitif olarak görülmektedir. Bu bulgular, tıpkı İstanbul için yaptığımız tahminleme sonuçlarında olduğu gibi Türkiye için yapılmış çalışmalardan Selim (2009), Kördiş vd. (2014), Yayar & Karaca (2014), Çiçek & Hatırlı (2015), Daşkıran (2015), Gözen & Bostancı (2021) çalışmalarının bulguları ile örtüşmektedir. Öte yandan deprem değişkeninin, İzmir'de de konut fiyatları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı görülmektedir. Sık sık şiddetli depremlerin yaşandığı, en son yaşanan şiddetli depremin de 2020 yılı gibi yakın bir tarihte yaşanmış olduğu dikkate alındığında bu bulgunun da şaşırtıcı olduğu söylenebilir. Zira son yaşanan depremde İzmir'de yıkılan ve ağır hasar gören binalar olmuş, can kayıpları yaşanmıştır. Ancak İstanbul için yapılan tahminlemelerin sonuçları ile örtüşür nitelikte olan İzmir'e yönelik ampirik bulgular, Yayar & Gül (2014) ve Ak Çetin & Akpınar (2021) çalışmalarının bulgularıyla da birebir uyum göstermektedir.

Elde edilen bulguları daha derinlemesine değerlendirecek olursak, bir konutun asansörünün bulunmasının konut fiyatına negatif etki etmesi, İzmir'de asansörsüz konutların (müstakil, villa tarzı) tercih edildiğine veya çok katlı binaların artık tercih edilmediğine işaret ediyor olabilir.

Otoparkın konut fiyatına pozitif etki etmesi ise, ev satın alan kesimin arabasının da olması ve arabayı park edecek uygun alan arayışında olmaları açısından beklenen bir sonuçtur. Şehir merkezine yakınlık, ulaşım kolaylığı, eğitim kurumlarına yakınlık, sağlık kurumlarına yakınlık, kültür ve sanat etkinliklerine yakınlık gibi pek çok açıdan vatandaşlar için tercih nedenidir. Bu nedenle şehir merkezine yakın olan konutların fiyatının daha yüksek olması da beklenen bir sonuçtur. İzmir’de konutun denize yakınlığının da konut fiyatını arttırdığı görülmektedir. Burada da iki yönlü bir etkiden söz edilebilir. Birincisi, denize yakınlık, Konak ve Karşıyaka gibi ilçelerde manzara açısından konuta değer katmaktadır. İkincisi ise, İzmir birçok mavi bayraklı plajı olan bir şehir olduğundan Urla, Güzelbahçe, Çeşme, Karaburun, Foça gibi ilçeler yazlık ilçeler olarak değerlendirilmekte ve bu ilçelerdeki konutların fiyatları da yüksek olmaktadır. Dolayısıyla denize yakınlığın konut fiyatını arttırması da İzmir için beklenen bir sonuçtur.

5. Sonuç

Depremler doğal afetler içerisinde öngörülemezlikleri nedeniyle en yüksek belirsizlik özelliğine sahip doğal afetlerden biridir. Bunun yanı sıra sonuçları nedeniyle de yüksek riskli doğal afetler sınıfında yer almaktadır. Dolayısıyla depremlerden söz edildiğinde, nerede ve ne büyüklükte gerçekleşebileceği olasılıklar dâhilinde tahmin edilebilen ancak ne zaman gerçekleşeceği ve sonuçlarının neler olacağı tahmin edilemeyen felaketlerden söz ediliyor demektir. Bir deprem kimi zaman 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi’nde olduğu gibi diğer depremleri tetiklemektedir. Kimi zaman da bir deprem, Japonya’da 2011 yılında yaşanan 9.0 büyüklüğündeki depremin ardından yarattığı tsunami ve tsunaminin yol açtığı Fukuşima Nükleer Felaketi gibi zincirleme felaketleri beraberinde getirebilmektedir. Dolayısıyla depremlerden bahsedildiğinde, doğrudan, dolaylı ve uyarılmış birçok etkisinin hem ekonomik, hem çevresel hem de toplumsal yaşamda etkili olduğu söylenebilir.

Türkiye, tarihsel olarak incelendiğinde Cumhuriyet öncesinde de sonrasında da büyük depremleri tecrübe etmiş bir coğrafyada yer almaktadır. Efes’ten Troya’ya, Afrodisias’tan Aspendos’a, Assos’tan Hierapolis’e, Kekova’dan Laodikya’ya, Magnesia’dan Phaselis’e, Anadolu’da birçok antik kentin depremlerle yıkıldığı ve büyük can ve mal kayıplarının yaşandığı tarih kayıtlarında mevcuttur³. İnsanlığın modern çağlarında ise halen büyük depremlerin bu coğrafyada gerçekleştiğini ve büyük can ve mal kayıplarına yol açmaya devam ettiği görülmektedir. Cumhuriyet Tarihi’nde yaşanan Erzincan, Van, Gölçük, Düzce, İzmir ve son olarak da Kahramanmaraş ve çevre illerinde yaşanan büyük depremler, Türkiye’nin artık bir deprem ülkesi olarak tanımlanması gerektiğini gözler önüne sermektedir. Her yaşanan büyük deprem sadece can kayıpları ve yaralanmaları beraberinde getirmemekte, aynı zamanda büyük ekonomik kayıplara da ülkeyi sürüklemektedir. Milyarlarca dolarlık GSYİH kayıpları, üretim süreçlerinin durması, yitirilen beşerî sermaye, kamu harcamalarının hızla yükselmesi, turizm gelirlerinin düşmesi, işsizlik ve enflasyonun artması gibi birçok unsur, depremin iktisadi sonuçlarının ülke ekonomisi açısından ne derece kritik olduğunun altını çizmektedir.

Bu çalışmada ise Türkiye ekonomisinde önemli yere sahip iki büyük metropol olan İstanbul ve İzmir için konutların depreme dayanıklılığı ile fiyatları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ampirik bulgular, İstanbul ve İzmir’de konutların fiyatlarını etkileyen ortak unsurların otoparkın mevcudiyeti, merkeze yakınlık ve denize yakınlık olduğunu işaret etmektedir. Bu değişkenler, hedonik konut fiyatını arttırıcı etki yapmaktadır. Diğer taraftan iki metropoldeki farklı unsurlar olarak İstanbul’da sanayiye yakınlığın konut fiyatı üzerinde negatif etkisine; asansörün varlığının ise İzmir’de negatif etkisine rastlanmıştır. Bu bulgular, İstanbul’da sanayiye yakınlığın konut fiyatlarını düşürücü etki yaptığını, İzmir’de ise konutun yüksek binada olmasının fiyatı düşürücü etki yaptığını işaret etmektedir. Tüm bunların yanı sıra, konutun büyüklüğünü gösteren oda sayısının ve konutun depreme dayanıklılığını gösteren deprem yönetmeliğine uygunluğun İstanbul’da da İzmir’de de konut fiyatları üzerinde anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir. Deprem ile ilgili bulgular, literatürde Mersin ve İzmir illeri için daha önceki tarihlerde yapılmış olan Yayar & Gül (2014) ve Ak Çetin & Akpınar (2021) çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. ***Bu noktada, bireylerin konut tercihlerinde bu unsurun göz ardı edildiğini söylemek mümkündür. Bu önemli bir bulgudur, zira Türkiye’de halen konut alıcıları tarafından depreme dayanıklılığın, deprem harici zamanlarda önemsenmediği görülmektedir. Depremin gerçekleştiği dönemlerde konut fiyatları yükselmekte, ancak depremin üzerinden zaman geçtikçe, deprem parametresi, konut fiyatları açısından belirleyici olmaktan çıkmaktadır.***

Bu bulgular ışığında, bölgesel ve ulusal politika yapıcılara önemli görevler düşmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen ampirik bulgular ışığında depremlerin konut fiyatlarına etkilerine yönelik alınabilecek politika aksiyonları olduğu aşikardır. Öncelikle depremlere yönelik bilinçlendirme ve farkındalık projeleri arttırılmalıdır. İnsanların depreme dayanıklı bina ve konut seçimleri konusunda daha bilinçli hareket etmeleri sağlanmalıdır. Bu kapsamda kamu spotlarının sayısı arttırılabilir. Ayrıca işyerlerinde çalışanlara, eğitim kurumlarında ise öğrenci ve eğitimcilere depreme uygun konutlar ve yerleşim alanları konusunda bilinçlendirme seminerleri düzenlenebilir. Konuyu sürekli güncel tutmak, toplumun sadece kısa vadede değil orta ve uzun vadede de deprem farkındalığı ile hareket etmesini sağlayacaktır. İkincisi, İzmir’de insanların asansörlü binalardan ziyade müstakil veya az katlı binaları tercih etmeye başladıklarına yönelik bulgular elde edilmiştir. İzmir gibi zemin sivilaşmasının yüksek olduğu ve deprem aktifliği yüksek bölgelerde bu eğilim doğaldır. Depremin doğası gereği, yüksek katlı binalardan da uzak durulması gerçeği ortadadır. Bu nedenle, az katlı yapılaşma ekseninde kentsel dönüşüm sağlanması gerekmektedir. Bu noktada, yerel yönetimlerin kentsel dönüşüm süreçlerini teşvik etmeleri ve hızlandırmaları uygun politika aksiyonu olacaktır. Son olarak, konut kredisi faiz oranlarının düşük tutulması gerekliliği makroiktisadi bir gereklilik olarak görünmektedir. Düşük konut kredisi faiz oranları sayesinde bireylerin depreme dayanıklı konutları satın almak üzere kredi çekme olanakları genişleyecektir. Bu durum da bireylerin eski ve depreme dayanıksız konutlardan yeni ve depreme dayanıklı konutlara yönelme imkânını arttıracaktır.

³ Ayrıntılı bilgi için bakınız: <https://www.trthaber.com/foto-galeri/bir-can-daha-kurtarma-umuduyla-yakinlarinin-cenazesine-dahi-katilmadi/54227.html>

Türkiye’de son yaşanan 6 Şubat depremleri ile birlikte konutların depreme dayanıklılığı konusu da gündemde yeniden yerini almıştır. Her büyük depremin ardından yaşanan konut fiyatları hareketleri, depremin konut piyasası yoluyla ekonomiye etki ettiğini gözler önüne sermektedir. Öte yandan konutların depreme dayanıklılığının konut fiyatları ile ilişkisi literatürde henüz yeterince çalışılmamış bir alan olarak karşımızdadır. Bu çalışma ile Türkiye’nin iki büyük deprem metropolü olan İstanbul ve İzmir’de depreme dayanıklılığın konut fiyatlarına etkileri araştırılmıştır. Her iki il için de 2023 yılı itibariyle depreme dayanıklılığın konut fiyatlarına anlamlı etkisine rastlanmamıştır. Konut fiyatlarında merkeze yakınlık, denize yakınlık, sanayiye yakınlık, otopark, asansör gibi başka parametrelerin konut fiyatlarında belirleyici olduğu tespit edilmiştir.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar Katkısı / Author Contribution: Çalışma konsepti ve tasarımı B. T. tarafından yapılmıştır. Ç. B. tarafından veriler toplanmış ve düzenlenmiştir. Ekonometrik analizler G. Ş. H. K. ve B. T. tarafından yapılmıştır. Türkçe tam metin yazımı B. T. tarafından yapılmış, İngilizce bölümler G. Ş. H. K. tarafından yazılmış, Ç. B. tarafından son okumalar ve yazım kurallarına göre düzenlemeler yapılmıştır. *The study concept and design were made by B. T. Data collection and arrangements were made by C. B. Econometric estimations were conducted by G. S. H. K. and B. T. Turkish manuscript was written by B. T., English text was written by G. S. H. K. and last corrections were made by C. B.*

Kaynakça

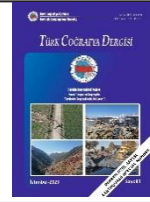
- AFAD. (2023a). *Deprem Kataloğu*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://deprem.afad.gov.tr/event-catalog>
- AFAD. (2023b). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*. T. C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/>
- Afşar, A., Yılmazel, Ö., & Yılmazel, S. (2017). Konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik model ile belirlenmesi: Eskişehir örneği. *Selçuk Üniversitesi SBE Dergisi*, 37, 195–205.
- Akar, S. (2013). Doğal afetlerin kamu maliyesine ve makro ekonomiye etkileri: Türkiye değerlendirmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 21, 185–206. <https://doi.org/10.11611/JMER197>
- Aktürk, İ., & Albeni M. (2002). Doğal afetlerin ekonomik performans üzerine etkisi: 1999 yılında Türkiye’de meydana gelen depremler ve etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İdari ve İktisadi Bilimler Dergisi*, 7(1), 1-18.
- Ak Çetin, D., & Akpınar, O. (2021). Seferihisar’da konut fiyatlarını etkileyen hedonik model ile belirlenmesi araştırması. *İzmir İktisat Dergisi*, 36(1), 43–59. <https://doi.org/10.24988/ije.202136104>
- Alas, B., & Ülger, B. C. (2019). The impact of earthquake risk upon housing prices in the Riverbeds: Istanbul sample. *Disaster Science and Engineering*, 5(1), 1-31.

- Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 2(1), 1–15.
- Arsılanlı, K. Y. (2020). Analysis of house prices: a hedonic model proposal for Istanbul metropolitan area. *Journal of Design for Resilience in Architecture & Planning*, 1(1), 57–68. <https://doi.org/10.47818/DRArch.2020.v1i1004>
- Badurlar, İ. Ö. (2008). Türkiye’de konut fiyatları ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkinin araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 223–238.
- Beron, K. J., Murdoch, J. C., Thayer, M. A., & Vijverberg, W. P. M. (1997). An analysis of the housing market before and after the 1989 Loma Prieta earthquake. *Land Economics*, 73(1), 101-113.
- Binoy, B. V., Naseer, M. A., & Kumar, P. P. A. (2022). Spatial variation of the determinants affecting urban land value in Thiruvananthapuram, India. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, <https://doi.org/10.1108/IJHMA-09-2022-0135>
- Bir can daha kurtarma umuduyla (2023, Şubat 21). TRT HABER. <https://www.trthaber.com/foto-galeri/bir-can-daha-kurtarma-umuduyla-yakinlarinin-cenazesine-dahi-katilmadi/54227/sayfa-1.html>
- Boelhouwer, P., & van der Heijden, H. (2018). The effect of earthquakes on the housing market and the quality of life in the province of Groningen, the Netherlands. *Journal of Housing and the Built Environment*, 33, 429-438. <https://doi.org/10.1007/s10901-018-9600-y>
- Bond, S., & Dermisi, S. (2017). Using GIS to measure the impact of the Canterbury earthquakes on house prices in Christchurch, NZ. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(2), 123–138. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-05-2015-0027>
- BOUN. (2023, Nisan 3). *Büyük Depremler*. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi. <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/>
- Bulut, H., Öner, Y., & İslamoğlu, E. (2015). Samsun ili konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile incelenmesi. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 3(2), 121–130.
- Burnett, J. W., & Mothorpe, C. (2021). Human-induced earthquakes, risk salience, and housing values. *Resource and Energy Economics*, 63(101212). <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2020.101212>
- Brookshire, D. S., Thayer, M. A., Tschirhart, J., & Schulze, W. (1985). A test of the expected utility model: evidence from earthquake risks. *Journal of Political Economy*, 93(2), 369–389.
- Cavallo, E., Powell, A., & Becerra, O. (2010). Estimating the direct economic damages of the earthquake in Haiti. *The Economic Journal*, 163, 298-312. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2010.02378.x>

- Cheung, R., Wetherell, D., & Whitaker, S. (2018). Induced earthquakes and housing markets: evidence from Oklahoma. *Regional Science and Urban Economics*, 69, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2018.01.004>
- CEDIM. (2020). *Earthquake, Doganyol, Turkey, 24 January 2020*. Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology. https://www.cedim.kit.edu/download/FDA_Short_Report_Earthquake_Turkey_2020_-1.pdf
- Coburn, A., & Spence, R. (1992). *Earthquake protection*. John Wiley & Sons.
- Coşkun, Y., Seven, Ü., Ertuğrul, M., & Alp, A. (2017). Housing price dynamics and bubble risk: the case of Turkey. *Housing Studies*, 35(1), 50-86. <https://doi.org/10.1080/02673037.2017.1363378>
- Çalmaşur, G., & Emre Aysin, M. (2019). Konut fiyatlarına etki eden faktörlerin hedonik modellerle belirlenmesi: TRA1 alt bölgesi üzerine bir uygulama. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 22, 77-92. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.428897>
- Çiçek, U., & Hatırlı, S. A. (2015). Isparta ilinde konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi SBE Dergisi*, 7(13), 98-114.
- Daniell, J. E., Khazai, B., Wenzel, F., & Vervaeck, A. (2011). The CATDAT damaging earthquakes database. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 2235-2251. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-2235-2011>
- Daşkıran, F. (2015). Denizli kentinde konut talebine etki eden faktörlerin hedonik fiyatlandırma modeli ile tahmin edilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(37), 850-857.
- Deng, G., Gan, L., & Hernandez, M. A. (2015). Do natural disasters cause an excessive fear of heights? Evidence from the Wenchuan earthquake. *Journal of Urban Economics*, 90, 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2015.10.002>
- Dilber, İ., & Sertkaya, Y. (2016). 2008 Finansal krizi sonrası Türkiye'de konut fiyatlarının belirleyicilerine yönelik analiz. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 11-30. <https://doi.org/10.18506/anemon.95997>
- Duran, N., & Elhorst, J. P. (2023). Induced earthquakes and house prices: the role of spatiotemporal and global effects. *Journal of Geographical Systems*, 25, 157-183. <https://doi.org/10.1007/s10109-022-00403-8>
- Endeksa. (2023). <https://www.endeksa.com/tr/>
- Er, M., Özdarıcı-Ok, A., & Nefeslioğlu, H. A. (2023). The impact of various geological factors on the real estate valuation using ahp analysis: case studies from Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03008-3>
- Euronews Ekibi. (2023, 17 Mart). *Rapor: Kahramanmaraş merkezli depremlerin ekonomiye yükü 103 milyar dolar*. Euronews. <https://tr.euronews.com/2023/03/17/rapor-kahramanmaras-merkezli-depremlerin-ekonomiye-yuku-103-milyar-dolar>
- Fekrazad, A. (2019). Earthquake-risk salience and housing prices: evidence from California. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 78, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2019.01.001>
- Ge, X. J. (2009). Determinants of house prices in New Zealand. *Pacific Rim Property Research Journal*, 15(1), 90-121.
- Gebeşoğlu, P. F. (2019). House price index dynamics in Turkey. *JOY*, 14, 100-107.
- Gibbons, S., Heblich, S., & Timmins, C. (2021). Market tremors: shale gas exploration, earthquakes and their impact on house prices. *Journal of Urban Economics*, 122(103313), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103313>
- Gözen, M. Ç., & Bostancı, F. C. (2021). Konut özelliklerinin konut fiyatlarına etkisinin kantil regresyon yöntemi ile incelenmesi: İzmit örneği. *Iğdır Üniversitesi SBD*, 10(26), 507-532.
- Güler, İ., Başer, U., & Bozoğlu, M. (2019). Rize ili merkez ilçesinde konut fiyatlarının hedonik fiyat modeliyle değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi FBE Dergisi*, 9(4), 2294-2302.
- Gündüz, R. (2021, Ağustos, 17). *Türkiye'yi Yasa Boğan 17 Ağustos 1999 Depreminin Ağır Bilançosu*. Euronews. <https://tr.euronews.com/2021/08/17/turkiye-yi-yasa-bogan-17-agustos-1999-depreminin-agir-bilancosu>
- Halkia, G., & Ludwig, L. G. (2022). Household earthquake preparedness in Oklahoma: a mixed methods study of selected municipalities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 73(102872), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102872>
- Hepsiemlak. (2023). <https://www.hepsiemlak.com/>
- Hidano, N., Hoshino, T., & Sugiura, A. (2015). The effect of seismic hazard risk information on property prices: evidence from a spatial regression discontinuity design. *Regional Science and Urban Economics*, 53, 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2015.05.005>
- Holly, S., & Jones, N. (1997). House prices since the 1940s: cointegration, demography and asymmetries. *Economic Modelling*, 14(4), 549-565.
- Huang, Y. (2021). Salience of hazard disclosure and house prices: evidence from Christchurch, New Zealand. *Regional Science and Urban Economics*, 88(103679), 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2021.103679>
- Ikefuji, M., Laeven, R. J. A., Magnus, J. R., & Yue, Y. (2022). Earthquake risk embedded in property prices: evidence from five Japanese cities. *Journal of the American Statistical Association*, 117(537), 82-93. <https://doi.org/10.1080/01621459.2021.1928512>
- Jaramillo, C. R. (2009). Do natural disasters have long-term effects on growth?. *Documento Centor de Estudios Sobre Desarrollo Economico*, No. 5334.

- Jehani, N. A., Mastani, N. A., Saudin, S., & Ab Malek, I. (2020). A study on the relationship between house price index and its determinants in Malaysia. *Malaysian Journal of Computing*, 5(2), 515–522.
- Jung, J. H., & Smith, G. (2022). Earthquakes and home prices: The Napa and Ridgecrest quakes. *Journal of Housing Research*, 31 (1), 74-87. <https://doi.org/10.1080/10527001.2021.2008093>
- Kawabata, M., Naoi, M., & Yasuda, S. (2022). Earthquake risk reduction and residential land prices in Tokyo. *Journal of Spatial Econometrics*, 3(5), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s43071-022-00020-z>
- Kawawaki, Y., & Ota, M. (1996). The influence of the Great Hanshin – Awaji Earthquake on the local housing market. *Review of Urban & Regional Development Studies*, 8(2), 220–233.
- Keskin, B. (2008). Hedonic analysis of price in the Istanbul housing market. *International Journal of Strategic Property Management*, 12(2), 125–138.
- Keskin, B., Dunning, R., & Watkins, C. (2016). Modelling the impact of earthquake activity on real estate values: a multi-level approach. *Journal of European Real Estate Research*, 10(1), 73–90.
- Kim, H., Park, S. W., Lee, S., & Xue, X. (2015). Determinants of house prices in Seoul: a quantile regression approach. *Pacific Rim Property Research Journal*, 21(2), 91–113. <https://doi.org/10.1080/14445921.2015.1058031>
- Knight Frank. (2021a). Global residential cities index– Q2 2021. Knight Frank. <https://content.knightfrank.com/>
- Knight Frank. (2021b). Global residential cities index– Q3 2021. Knight Frank. <https://content.knightfrank.com/>
- Koster, H. R. A., & van Ommeren, J. (2015). A shaky business: natural gas extraction, earthquakes and house prices. *European Economic Review*, 80, 120-139. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2015.08.011>
- Kördiş, G., Işık, S., & Mert, M. (2014). Antalya’da konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonik fiyat modeli ile tahmin edilmesi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 28, 103–132.
- Logan, C. (2017). Quantifying changes in risk perception through house price differentials following the catastrophic Canterbury earthquake event. *Pacific Rim Property Research Journal*, 23(1), 51–74. <https://doi.org/10.1080/14445921.2017.1303262>
- Mechler, R. (2003). *Macroeconomic impacts of natural disasters*. Dünya Bankası Yayınları.
- Önder, Z., Dökmeci, V., Keskin, B. (2004). The impact of public perception of earthquake risk on Istanbul’s housing market. *Journal of Real Estate Literature*, 12(2), 181–194.
- Metz, N. E., Roach, T., Williams, J. A. (2017). The costs of induced seismicity: a hedonic analysis. *Economics Letters*, 160, 86–90. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.08.032>
- Modica, M., Zoboli, R., Meroni, F., Pessina, V., Squarcina, T., & Locati, M. (2021). ‘Near miss’ housing market response to the 2012 northern Italy earthquake: The role of housing quality and risk perception. *Urban Studies*, 58(11), 2293–2309. <https://doi.org/10.1177/0042098020943490>
- Mothorpe, C., & Wyman, D. (2021). What the Frack? The impact of seismic activity on residential property values. *Journal of Housing Research*, 30(1), 34–58. <https://doi.org/10.1080/10527001.2020.1827579>
- Murdoch, J. C., Singh, H., & Thayer, M. (1993). The impact of natural hazards on housing values: The Loma Prieta earthquake. *Real Estate Economics*, 21(2), 167–184.
- Nakagawa, M., Saito, M., & Yamaga, H. (2007). Earthquake risk and housing rents: Evidence from the Tokyo Metropolitan Area. *Regional Science and Urban Economics*, 37, 87–99. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2006.06.009>
- Naoi, M., Seko, M., & Sumita, K. (2009). Earthquake risk and housing prices in Japan: evidence before and after massive earthquakes. *Regional Science and Urban Economics*, 39(6), 658-669. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2009.08.002>
- Naoi, M., Sumita, K., & Seko, M. (2010). Estimating consumer valuation of earthquake risk: evidence from Japanese housing markets. *International Real Estate Review*, 13(2), 117–133.
- Newbold, P., Carlson, W., & Thorne, B. (1994). *Statistics for Business and Economics*. Pearson.
- Özen, K. (2022). Konut fiyatları üzerinde etkili olan sosyo ekonomik unsurların hedonik fiyat modeliyle araştırılması: panel veri analizi. *Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 503–522. <https://doi.org/10.31463/aicusbed.1027502>
- Pereira, A. S. (2009). The opportunity of a disaster: the economic impact of the 1755 Lisbon Earthquake. *Journal of Economic History*, 69(2), 466–499. <https://doi.org/10.1017/S0022050709000850>
- Posedel, P., & Vizek, M. (2009). House price determinants in transition and EU-15 countries. *Post-Communist Economies*, 21(3), 327–343. <https://doi.org/10.1080/14631370903090640>
- Pulido, J. A. L., Arias-Martelo, C., Jim’enez-Quiroga, C. I., Soloaga, I., Uribe-Sanchez, M., & Guevara-Sanguin, A. (2022). Short- and mid-term effects of the September 19 earthquake in Mexico city on the housing market. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 79, 103178. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103178>
- Seko, M. (2019). Valuation of Earthquake Risk in Housing Markets. *Housing Markets and Household Behavior in Japan*, 19, 177–192. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3369-9_9
- Selçuk, F., & Yeldan, E. (2001) On the macroeconomic impact of the August 1999 earthquake in Turkey: a first assessment. *Applied Economics Letters*, 8(7), 483-488.
- Selim, H. (2009). Determinants of house prices in Turkey: hedonic regression versus artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 36, 2843–2852.

- Shi, S., & Naylor, M. (2023). Perceived earthquake risk in housing purchases. *Journal of Housing and the Built Environment*. <https://doi.org/10.1007/s10901-023-10012-6>
- Simpson, A. L. (2022). Project Information Document -Turkey Earthquake, Floods and Wildfires Emergency Reconstruction Loan. World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099515101252212235/>
- Singh, R. (2019). Seismic risk and house prices: evidence from earthquake Fault zoning. *Regional Science and Urban Economics*, 75, 187–209. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2019.02.001>
- Staer, A., & LaCour-Little, M. (2016). Earthquakes and price discovery in the housing market: evidence from New Zealand. *International Real Estate Review*, 19(4), 493-513.
- Stern, D. (2006). Explaining UK house price inflation 1971–1989. *Applied Economics*, 24(12), 1327–1333.
- Tu, C-H., Andersson, D. E., Shyr, O.F., & Lin, P-H. (2023). Earthquake risk, flooding risk and housing prices: evidence from Taichung, Taiwan. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 16, 923-938. <https://doi.org/10.1007/s12061-023-09513-2>
- Utkucu, M., Durmuş, H., Uzunca, F. & Nalbant, S. (2023). 6 Şubat 2023 Gaziantep (Mw=7.7) ve Elbistan (Mw=7.5) Depremleri Üzerine Bir Değerlendirme. Sakarya Üniversitesi Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Jeofizik Mühendisliği Bölümü. https://www.hidropolitikakademi.org/uploads/editor/images/Rapor_Son.pdf
- Üçdoğruk, Ş. (2001). İzmir ilinde emlak fiyatlarına etki eden faktörler – hedonik yaklaşım. *DEÜ İİBF Dergisi*, 16(2), 149–161.
- Wilhelmsson, M., Ericson, L., & Winstrand, J. (2011). *Regional division and the construction of hedonic house price index in Sweden* [Conference Paper]. In 18th Annual European Real Estate Society Conference. ERES: Conference, Eindhoven, the Netherlands.
- Yankaya, U., & Çelik, H. M. (2005). İzmir metrosunu konut fiyatları üzerindeki etkilerinin hedonik fiyat yöntemi ile modellenmesi. *DEÜ İİBF Dergisi*, 20(2), 61–79.
- Yayar, R., & Gül, D. (2014). Mersin kent merkezinde konut piyasası fiyatlarının hedonik tahmini. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 87–100.
- Yayar, R., & Karaca, S. S. (2014). Konut fiyatlarına etki eden faktörlerin hedonik modelle belirlenmesi:TR83 bölgesi örneği. *Ege Akademik Bakış*, 14(4), 509–518.
- Zaabi, Y. H. A., & Bekele, G. (2019). *The house price dynamics and the macro-economy: an empirical perspective of UAE* [Conference Paper]. International Conference on Advances in Business, Management and Law (ICABML).



On-site evaluation of emergency response carried out after earthquakes with epicentral base Kahramanmaraş/Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An observational study¹

Türkiye’de merkez üssü Kahramanmaraş/Pazarcık Elbistan olan depremler sonrası gerçekleştirilen müdahale ve iyileştirme çalışmalarının yerinde değerlendirilmesi: Gözlemsel çalışma²

Galip Usta^{a*}, Ramazan Aslan^b, Fatma Gündüz^c, Ezgi Atalay^d, İsmail Turgut Pala^e

^a Trabzon University, Department of Medical Services and Techniques, Trabzon, Türkiye.

^b Ardahan University, Department of Emergency and Disaster Management, Ardahan, Türkiye.

^c Sinop University, Department of Property Protection and Security, Sinop, Türkiye.

^d Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Medical Services and Techniques, Bolu, Türkiye.

^e Trabzon University, Department of Property Protection and Security, Trabzon, Türkiye.

ORCID: G. U. 0000-0001-6279-1694; R. A. 0000-0002-5602-6379; F. G. 0000-0001-9585-3759; E. A. 0000-0002-7404-4351; İ. T. P. 0000-0002-9367-6928

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 14.09.2023

Kabul/Accepted: 22.11.2023

Anahtar Kelimeler:

Afetlerde iyileştirme

Afetlere müdahale

Afet yönetimi

Deprem

Kahramanmaraş

depremleri

Keywords:

Disaster recovery

Disaster response

Disaster management

Earthquake

Kahramanmaraş

earthquakes

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(G. Usta) galipusta@trabzon.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1360428



Atıf/Citation:

Usta, G., Aslan, R., Gündüz, F., Atalay, E., & Pala, İ.T. (2023). On-site evaluation of emergency response carried out after earthquakes with epicentral base Kahramanmaraş/Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An observational study. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 145-154.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1360428>

ABSTRACT / ÖZ

Disasters are one of the complex and global problems that people around the world can face. Türkiye is one of the countries where natural disasters occur frequently. In the study, the researchers aimed to observe human behavior and post-disaster services by being in the environment where the earthquake took place and to make inferences about it. The data were collected from the provinces of Malatya, Diyarbakır, Adıyaman, Kahramanmaraş and Hatay, which are the places where earthquakes centered in Kahramanmaraş occurred in Türkiye, between 07-15 February 2023 by observation technique. In collecting the data, an unstructured field study called "participatory observation" was carried out by using the control form created by the researchers. The data obtained from the field were coded by the researchers and the categories were reached from the codes and the themes were reached from the categories. In the study, reliability criteria were followed in the data analysis process. It was observed that efforts were carried out on issues such as providing shelter, nutrition and psychological support of search and rescue personnel, ensuring coordination between teams, strengthening communication systems, and ensuring correct information flow. It is important to ensure cooperation and coordination for the selection of appropriate personnel for search and rescue activities, the strengthening of communication systems and the effective distribution of aid.

Afetler, dünya genelinde insanların karşılaşılabileceği karmaşık ve küresel sorunlardan biridir. Türkiye de doğal afetlerin sıkça yaşandığı ülkelerden birisidir. Çalışmada, araştırmacılar depremin yaşandığı ortamda bulunarak insan davranışlarını ve afet sonrası hizmetleri gözlemlemeyi ve buna yönelik çıkarımlar yapmayı hedeflemişlerdir. Veriler Türkiye’de Kahramanmaraş merkezli depremlerin yaşandığı yerlerden olan Malatya, Diyarbakır, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Hatay illerinden 07-15 Şubat 2023 tarihleri arasında gözlem tekniği ile toplanmıştır. Verilerin toplanmasında araştırmacılar tarafından oluşturulan kontrol formu kullanılarak "katılımcı gözlem" adı verilen yapılandırılmamış alan çalışması gerçekleştirilmiştir. Sahadan elde edilen veriler araştırmacılar tarafından kodlanmış ve kodlardan kategorilere, kategorilerden ise temalara ulaşılmıştır. Çalışmada veri analiz sürecinde güvenilirlik kriterlerine uyulmuştur. Arama-kurtarma personellerinin barınma, beslenme ve psikolojik desteğinin sağlanması, ekipler arası koordinasyonun sağlanması, iletişim sistemlerinin güçlendirilmesi, doğru bilgi akışının sağlanması, hassas grupların önceliklendirilmesi ve mobil araçların tahsisi gibi konularda çalışmaların yürütüldüğü görülmüştür. Arama-kurtarma faaliyetleri için uygun personel seçimi, iletişim sistemlerinin güçlendirilmesi, yardımların etkili bir şekilde dağıtılması için iş birliği ve koordinasyonun sağlanması önemlidir.

¹ This manuscript is derived from the project titled "On-Site Evaluation of Emergency Response Carried Out After Earthquakes with Epicentral Base Kahramanmaraş/ Pazarcık-Elbistan in Türkiye: An Observational Study" presented at the TÜBİTAK Earthquake Research Conference on March 30, 2023.

² Bu makale, 30 Mart 2023 tarihinde TÜBİTAK Deprem Araştırma Konferansı'nda sunulan "Merkez Üssü Kahramanmaraş/ Pazarcık Olan Deprem Sonrası Gerçekleştirilen Müdahale ve İyileştirme Çalışmalarının Yerinde Değerlendirilmesi: Gözlemsel Çalışma" başlıklı projeden hazırlanmıştır.

1. Introduction

Natural disasters are one of the most complex and global-scale problems people face. Disasters of different types and frequencies cause serious damage to the welfare, economic resources and health of the society (Kreimer, 2001). It is known that the frequency of disasters experienced worldwide has increased with the effect of global climate change. Disasters may occur due to natural or man-made causes (Broby et al., 2018). Natural disasters can be classified as geophysical, biological, hydrological, meteorological, climatological and extraterrestrial. Man-made disasters can be classified as transport accidents, industrial accidents and various other accidents (EM-DAT, n.d.). Earthquakes, tropical cyclones and tsunamis are examples of natural disasters. Situations such as wars, terrorist attacks, explosions, industrial accidents can be given as examples of man-made disasters (Martin, 2010). Earthquakes, which form the focus of the study and are among the natural disasters, are disasters that occur due to tectonic movements on the earth's surface and cause various damages, especially loss of life and property, in the places where they occur (Herovic et al., 2020). In this context, the concept of the earthquake is expressed in the Dictionary of Explanatory Disaster Terms created by the Disaster and Emergency Management Presidency as "the event that the energy that emerges as a result of the breaking of the earth's crust with the effect of tectonic forces or volcanic activities, spreading in the form of seismic waves, shaking the environments they pass through and the earth with force" (AFAD, 2014). Türkiye, where the study was carried out, is located at the intersection of the Eurasian and Arabian plates in the east, as well as in an area with active tectonic features in the west, extending along the East Anatolian and North Anatolian Faults along the Cyprus and Hellenic arc (Arpat & Şaroğlu, 1972). In short, Türkiye is in the most active seismic belt of the earth, including the Mediterranean, Alpine, and Himalayan regions (Ergünay, 2007:3).

Two major earthquakes occurred on the Eastern Anatolian Fault Line and The Dead Sea Fault Line in Türkiye on February 6, 2023 with a magnitude of 7.7 in the center of Kahramanmaraş / Pazarcık at 04.17 and with a magnitude of 7.6

in the center of Kahramanmaraş / Elbistan at 13.24 As a result of the earthquake, 11 provinces (Kahramanmaraş, Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kilis, Malatya, Osmaniye, Elazığ, and Şanlıurfa) located on or around the zone where the fault line extends were seriously affected (Fig. 1) (AFAD, 2023a:4).

All disaster groups gathered at the Presidency Disaster and Emergency Management Administration (AFAD) center and in the provinces. With the determination of the fourth level an international call for help was made in the field of urban search and rescue (AFAD, 2023b).

The primary objective of this study is to investigate the field operations carried out in the aftermath of a disaster, involving the deployment of field researchers to the disaster-stricken area. Our aim is to meticulously observe and assess the full spectrum of activities related to search and rescue, nutrition, shelter, safety and security, provision of clean water, and sanitation. By doing so, we intend to thoroughly evaluate the strengths and weaknesses of emergency response services. This research has provided a comprehensive insight into the critical needs of search and rescue, safety and security, shelter, nutrition, clean water, and sanitation, which are vital from the very onset of a disaster in the affected region, with a particular focus on the effectiveness of emergency response services.

2. Materials and Methods

The study was planned as qualitative research. Qualitative research involves collecting and analyzing non-numerical data (text, video, observation, or audio) to understand concepts, ideas, or experiences. In other words, qualitative research involves an in-depth examination of little-known issues about a phenomenon. In qualitative research, observation, interview, speech, documentation, etc. data collection techniques are used (Creswell & Poth, 2016:166,168,236, 262; Guba & Lincoln, 2005:203).

In this study, the observation method was used since it aimed to reach the data firsthand and to describe the behaviors that occur in an environment in detail. Observation is a kind of qualitative data collection technique that includes not only the participant's observation in the field but also ethnography and

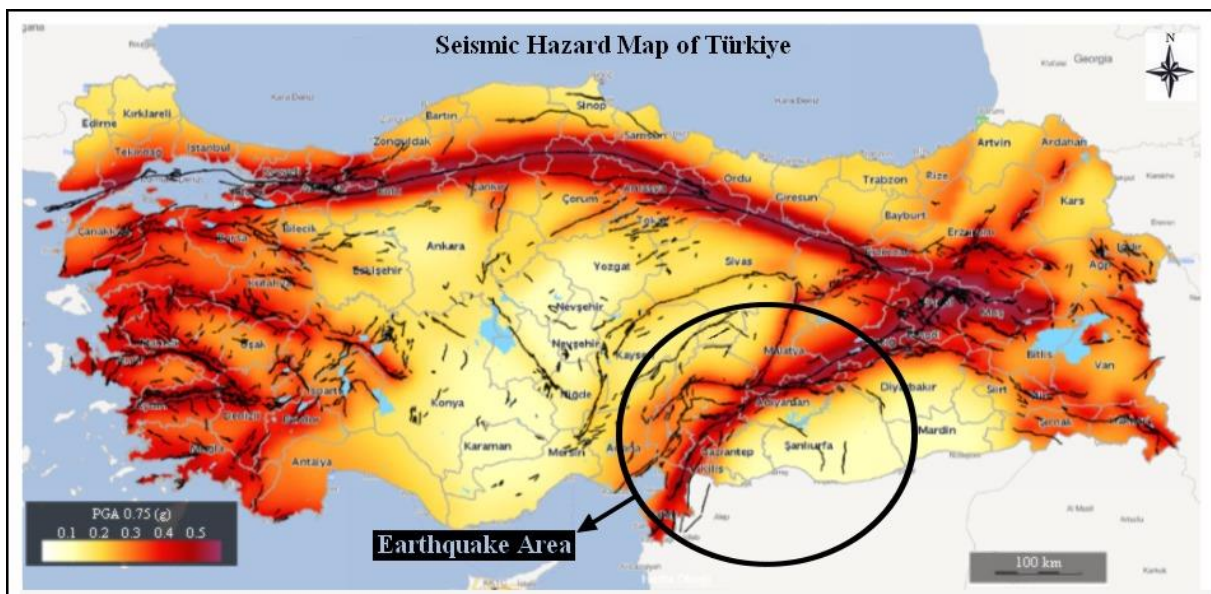


Figure 1. Seismic Hazard Map of Türkiye (AFAD, 2018).

research work in the field (Jamshed, 2014). Strengths of the observation method are natural environment, non-verbal behavior, analysis over time, whereas weaknesses of the observation method are lack of control, difficulty in digitization, generalization problems, difficulty in entering the field, and disappearance of confidentiality (Bailey et al., 1999).

In the study, the researchers aimed to observe human behaviors and emergency response services by being in the natural environment where the earthquake occurred and to make inferences about it. In this framework, the researchers carried out an unstructured field study called "participatory observation".

The data of the study were collected from the provinces of Malatya, Diyarbakır, Adıyaman, Kahramanmaraş and Hatay, which are the places where earthquakes centered in Kahramanmaraş occurred in Türkiye, between 07 February 2023 and 15 February 2023 by observation technique. The control form created by the researchers was taken as a guide in collecting the data.

Researchers had the opportunity to examine in depth all aspects of the intervention and pre-rehabilitation works carried out after the earthquake, in line with the data they obtained as a result of directly seeing, hearing, encountering, and, when necessary, interviewing people. The data were recorded by the researchers as observation notes and visually. The data were evaluated by the researchers and themes, categories, and codes were created. The following steps were, creating initial codes, creating themes, reviewing themes, naming themes, and reporting (Braun & Clarke, 2006). The researchers collected and reviewed the data repeatedly during the creation of themes, categories, and codes. In addition, two independent researchers checked and validated the data (Graneheim & Lundman, 2004; Vaismoradi et al., 2013). The data obtained at the next stage after the creation of themes, categories, and codes were repeatedly evaluated and reported by the researchers.

The researchers strengthened their studies by complying with criteria such as reliability, transferability, and confirmability in the data analysis process and made their results more reliable and valid (Guba & Lincoln, 2005:196).

The researchers observed the effects of the earthquake disaster directly in the areas where it occurred and analyzed the reality directly. Therefore, it is accepted that this situation increases the validity of the obtained data. In addition, all of the researchers who carried out the study completed their undergraduate education in the field of Emergency Aid and Disaster Management and their graduate education in the field of Disaster Management. Three members of the research team have completed their doctorate in Disaster Management, and one member continues his education in the field of disaster management. In addition, it has been seen that the researchers have many publications such as disaster management, disabled people in disasters, women's health in disasters, disaster risk perception, and evaluation of services provided in disasters. It has been evaluated that the experience of the researchers in disaster management also contributed to increasing the validity of the data obtained. The full participation of researchers in the reporting process is another issue that increases the reliability of the data. The data in the report were discussed and presented by the researchers.

Ethics committee approval of the study was obtained from the Republic of Türkiye Trabzon University Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee with the letter of consent numbered E-81614018-000-2300019140.

3. Results

In this part of the study, the findings obtained as a result of the observations of the research team regarding the earthquakes are included. The themes, categories and codes are given in Figure 2.

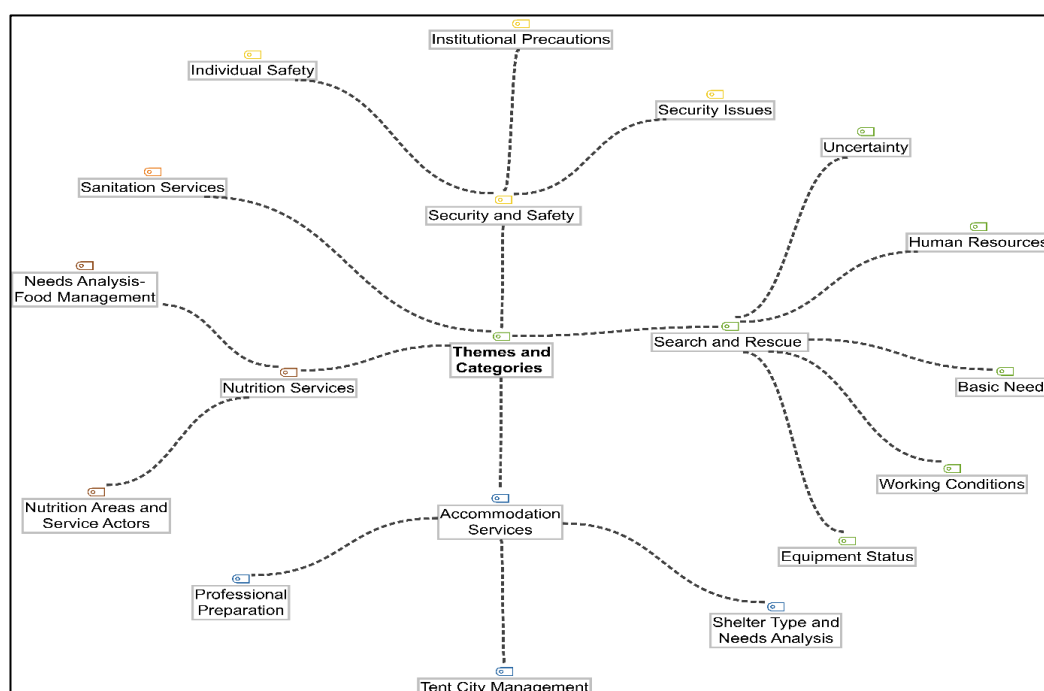


Figure 2. Themes and Categories.

3.1. Findings on search and rescue efforts

It was observed that search and rescue activities were initiated immediately after the earthquake by volunteers, non-governmental organizations (NGOs), and professional teams. Under the search and rescue theme, five categories were created: "human resources, basic needs, working conditions, equipment status, and uncertainty".

3.1.1. Human resources

It was determined that rescue efforts were carried out by individuals (spontaneous volunteers) who were in the earthquake area and also affected by the earthquake in the first minutes, and then by professional search and rescue teams and corporate volunteers. Considering the magnitude and impact areas of the earthquakes that occurred, it was seen that the number of professional search and rescue teams was insufficient. After the State of the Republic of Türkiye made an international call for help (S4), many countries responded to the call for help and sent teams to Türkiye to support search and rescue activities. Although professional teams were sent to the region, it was determined that there were problems with the assignment of volunteer teams in the field. It was observed that there were volunteers who did not receive any training before, as well as those who completed their AFAD volunteer training. On the other hand, it was seen that the majority of search and rescue workers were volunteers.

It was observed that the symptoms of fatigue and burnout appeared in the search and rescue personnel, especially in the period after the first three days of the earthquake.

3.1.2. Basic needs

It was observed that search and rescue personnel had problems with accommodation, and many search and rescue teams were trying to meet their shelter and other needs with their own solution methods. It was determined that the teams had problems in the organization of working and resting alternately. It was evaluated that physical and psychological burnout pressure increased on the teams that continued their work after the volunteer search and rescue teams started to leave the area in the later stages of the earthquake.

3.1.3. Working conditions

It has been determined that cold weather conditions (-4 degrees Celsius-Malatya-Adiyaman), working area lighting problems, and unaware people in the working area adversely affect the search and rescue efforts.

3.1.4. Equipment status

In the context of search and rescue operations, a shortage of generators, jackhammers, cutting tools, and debris search equipment (such as seismic search devices, video search probes, etc.) was observed in many regions. The volunteers working in the field, particularly in the teams voluntarily arriving at the site as part of search and rescue activities, were observed to have deficiencies in both personal protective equipment (PPE) (such as hard hats, glasses, gloves, masks, etc.) and life-sustaining equipment (including tents, mats, sleeping bags, and food). In addition, it was observed that the equipment used by the teams was damaged during the work, but there were problems with the immediate supply of spare equipment.

3.1.5. Uncertainty

Another issue observed in the field was that the search and rescue operations were carried out without good coordination within and between teams in many regions. It was determined that there were issues in the search and rescue operation area, such as uncertainty regarding the identification of the area manager and team leaders, and the lack of clear allocation of suitable tasks in accordance with the skills and abilities of team members and volunteers."

3.2. Findings on security and safety services

It was assessed that certain security and safety issues occurred in the field and significant efforts were made to provide security services immediately after the earthquake. Under the theme of security and safety services, three categories were created: "Security issues, institutional precautions, and individual safety".

3.2.1. Security issues

Information was obtained that there were serious security problems such as looting, theft, extortion, and violence in the region, especially in the first two days of the earthquake, due to the inadequacy of the inspection and control mechanism at the entrances to the city and the region. For example, in the Hatay province, looting activities were observed by researchers. As a result of these security issues, some volunteer and duty personnel had hesitations about going to certain areas. It was also determined that the officials have similar hesitations about delivering aid to peripheral regions.

3.2.2. Institutional precautions

It was observed that a large number of soldiers and police officers were present at the entrance of a shopping mall located opposite the Hatay bus station, and security measures were taken in order to prevent looting in the earthquake zone. Over time, an increase in the number of security forces and controls in the field was observed.

3.2.3. Individual safety

It was determined that in the first few days, some citizens returned to their homes to retrieve clothes due to the weather conditions. In the following days they entered the damaged houses to search for their relatives.

3.3. Findings on accommodation services

Under the theme of accommodation services, three categories were created: "shelter type and needs analysis, tent city management and professional preparation".

3.3.1. Shelter type and needs analysis

Considering the number of buildings destroyed or damaged because of the earthquake and the number of people affected (approximately 13.5 million people), it was found that the number of tents set up for temporary shelter did not fully meet the need. In the district of Antakya in Hatay, it was observed that earthquake victims were trying to meet their shelter needs in the areas they have created with their own means. These areas were typically created using items such as blankets, sheets, plastic, and so on. Among the debris fields, it was seen that people waiting for their relatives to be rescued took shelter in the area they created.

On the other hand, earthquake victims who have vehicles stayed in their vehicles, especially during the night. In the daytime, it was observed that they were waiting outside next to the search and rescue operation field. It was observed that the victims who requested tents were directed to tent cities in many regions. However, especially those whose homes were far away preferred and wanted to receive individual tents instead of staying in tent cities.

3.3.2. Tent city management

It was noted that there were issues in the administration of impromptu tent city areas that emerged following the earthquake. Furthermore, it was observed that challenges arose in fulfilling the accommodation requirements of both spontaneous and organized volunteers who arrived in the region. Volunteers who come mostly by car stay in the vehicles they come from. In our observations in Antakya, it was seen that the volunteers who came to help meet their shelter need either in their own tents or in the sleeping bags they brought on the pavements, empty spaces, and green areas (Fig. 3).

3.3.3. Professional preparation

It was observed that AFAD, National Medical Rescue Teams (UMKE), some NGOs, and some international organizations working in the earthquake area were more prepared in terms of shelter.

3.4. Findings on nutrition services

Under the theme of nutrition services, two categories were created: "nutrition areas and service actors and needs analysis-food management".

3.4.1. Nutrition areas and service actors

It was learned that there was a shortage of food and drinking water in the region, especially in the first 2 days. Immediately after the earthquake, it was seen that there were attempts to

create a large number of soup kitchens, mobile kitchens, and feeding areas by non-governmental organizations and volunteers, especially the Turkish Red Crescent, which is the main solution partner of Nutrition Working Group according to the Türkiye Disaster Response Plan. It was determined that various public buildings were used for this purpose. During the observation period of the researchers, it was determined that the public and volunteers distributed hot soup and food (Fig. 4).

3.4.2. Needs analysis-food management

It was observed that the Turkish Red Crescent teams had problems in the coordination of nutrition services, especially with non-accredited organizations. It was determined that there were difficulties in the supply of critically important personnel, dry food and cooks in certain periods in established soup kitchens. As a result of the lack of coordination experienced in some regions in the food supply, information was reached that there were repeated hot meal distributions. On the other hand, it was observed that the victims who did not have the opportunity to cook at the points where dry food distribution was preferred, fall into a disadvantaged position. It was determined that professionals who came to the region for search and rescue operations came with food materials and packaged water in their own vehicles to meet their nutritional needs.

3.5. Findings on sanitation services

It was determined that there were problems in accessing clean water in many parts of the disaster area. It was evaluated that the risk of water contamination is high in places where the sewage system is damaged. It was considered that there were problems in accessing water in some areas where there were temporary shelters and that there was a significant risk of epidemic disease in the absence of a clean water supply. In the first days of the earthquake, it was evaluated that there were no facilities to meet the sanitation needs of earthquake victims



Figure 3. A photo of a volunteer's own accommodation tent.



Figure 4. A photo showing food distribution.

and search and rescue personnel, such as clean water, mobile toilets and bathrooms. Later days, especially the search and rescue teams generally solved their sanitation. It was learned that many people tried to meet their toilet needs in unsuitable open spaces at first. In this case, it was predicted that it would contribute to the risk of disease spreading through digestion and close contact. It was also observed that there were waste management problems in public living areas.

Since the second day of the earthquake, it was observed that many drinking water was sent to the region. Following the third day, it was observed that portable toilet and bathroom areas began to be partially created.

4. Discussion

After the earthquakes that took place in Türkiye on February 6, 2023, researchers were transferred to different regions where the earthquake took place in order to conduct field research. In the research, the search and rescue, security and safety, shelter, nutrition, and sanitation needs were evaluated on the basis of emergency response services.

It was observed that the magnitude and impact area of the earthquake was wide. In the first days, it was seen that the people had to cope with the disaster by their own means and the number of professional search and rescue teams was insufficient. It was evaluated that search and rescue activities were carried out by spontaneous volunteers at the first stage and then by national and international professional teams and corporate volunteers, but due to the widespread impact area of the disaster, even this human resource was unexpectedly insufficient to meet the demand. It was evaluated that there were problems in the organization and coordination of the volunteer human resources in the field, especially the spontaneous volunteers, and in issues such as team building, leadership, equipment management and use, safety, meeting physiological needs, and assigning appropriate tasks.

It was observed that the symptoms of fatigue and burnout appeared in the search and rescue personnel during the earthquake response process. It is thought that this situation was caused by reasons such as the personnel's inability to find adequate rest, long-term work, inadequate satisfaction of physiological needs such as hygiene and nutrition, and exposure to too many traumatic events (seeing dismembered bodies, communication with the victims' relatives, etc.).

It was determined that the personnel working in the field had problems with the supply and repair of PPE and search and rescue equipment. It is thought that this situation was caused by the high number of spontaneous volunteers, the urgent and unprepared departure of the professional teams, the lack of spare parts and technical personnel, the large number of debris fields, and the insufficient local facilities. In a study on the Marmara and Düzce earthquakes, it was determined that the participants most frequently encountered problems such as organization and lack of materials (Çakmak et al., 2010). In a study conducted in Türkiye, with the support of developing technology, the importance of periodic training of personnel who will work in search and rescue activities was emphasized (Sarol, 2007:103). In a study on the personnel working in the search and rescue unit, it was mentioned that search and rescue teams work in difficult conditions to save people's lives in disasters, and therefore, special training should be given to the teams on occupational health and safety (Can, 2022:85). In a study on search and rescue teams, it was stated that tents belonging to rescue teams could be set up by the support teams in order to find solutions to the sheltering problems of the rescue teams (Toprak, 2022:39). In a study on the effects of the events after the Marmara earthquake on search and rescue services, it was observed that the problems experienced in the 1999 Marmara earthquake did not recur in subsequent earthquakes (İbiş & Kesgin, 2014). In another study, it was stated that rescue workers sent to disaster areas may encounter people who did not received adequate training and

people who were not suitable for teamwork. It was mentioned that this situation would have a negative effect on teamwork (Lee et al., 2017). It is thought that the literature data are similar to the data of our study. The fact that most of the volunteers did not receive any previous training on urban search and rescue activities is considered to be a problem. It is thought that the main reasons for the problems experienced in debris management are that the field managers did not have sufficient knowledge about the competencies of the volunteer and professional personnel, the personnel did not have the equipment to indicate their duties (colored vests, armbands, helmet inscriptions, etc.) and the debris management in many regions in accordance with INSARAG and AFAD standards.

In the study, it has been evaluated that there was a security and safety gap in the disaster area due to the absence of a control mechanism at the entrance and exit to the disaster area and the fact that the entrances and exits to the site were not supervised. It was determined that the problems related to security and safety were experienced in earthquake regions because of both the news reflected by the public and the observations and interviews in the field. It was determined that some areas could not be entered due to security gaps (especially peripheral areas and some streets due to night lighting problems) and there were problems in reaching aid. On the other hand, it was evaluated that volunteers and teams in charge (teams in charge of aid distribution) also had hesitations about going to some regions due to security concerns. It was evaluated that security concerns were tried to be resolved by sending more law enforcement officers to the region in the later stages of the disaster and by the judicial authorities to initiate the necessary investigations. After the earthquake, it was evaluated that those who want to enter their damaged houses to get their belongings like clothes, shoes, bags, money, jewellery, etc. had problems in terms of safety. In a study addressing the disaster experiences of individuals with disabilities in Türkiye, it was determined that, especially after earthquakes, people entered their homes to fulfill essential needs such as using the toilet (Aslan & Şahinöz, 2023). It was determined that some of the people who entered the damaged houses were caught in the second earthquake and suffered damage. On the other hand, it was determined that there were people entering the heavily damaged buildings to search for their relatives and they were taken out by search and rescue teams. It was also evaluated that the entrance and exit to the damaged buildings in the earthquake zone could not be controlled and people could not be persuaded not to enter. In a study conducted in Türkiye, it was stated that after disasters, looting, and theft increased in the disaster area and humanitarian aid was given to different people rather than the real needy. Therefore, it was emphasized that it is vital to take necessary measures for the safe distribution and control of humanitarian aid in the post-disaster period (Geray, 1977). It can be said that security vulnerability may occur after disasters and this situation can be abused by different people/groups. It can be said that the studies in the literature (Augusto, 2022; Constable, 2008; Faucon, 2010; Tierney et al., 2006) support this situation. In addition, it has been evaluated that individuals entering damaged buildings after the earthquake may endanger their individual safety.

In the study, considering the seasonal conditions (cold weather conditions) at the time of the earthquake, it was evaluated that it was essential to meet the need for shelter urgently for the earthquake victims. Both public institutions (central and local governments) and non-governmental organizations for accommodation services had played an important role in the creation of tent cities and container cities. However, considering the number of affected people, it was seen that the need for shelter was increased. Adverse weather conditions and infrastructure problems in tent cities also damaged the accommodation conditions of people. Facilities that are frequently used as evacuation centres/temporary accommodation centres in disasters can be designed in a safer and more comfortable way (Suhardi et al., 2023). It is thought that the disruptions in the selection of tent cities and the provision of tents suitable for seasonal conditions made the victims more vulnerable. On the other hand, earthquake survivors whose tent needs were not met created makeshift shelters using items such as tarpaulins, blankets, nylon, and the like. It was evaluated that people who had vehicles met their needs for accommodation in their vehicles, but they had problems in meeting their needs such as toilets and bathrooms. Temporary shelters may not adequately allow basic needs to be met (Malpass et al., 2019). It is thought that people who could not meet their shelter needs tend to evacuate to different regions. Although evacuation procedures were carried out under the coordination of the relevant stakeholders, it was also observed that there were individual evacuations. This situation was associated with temporary migration. Accommodation services were carried out both in the disaster area (temporary shelter areas) and throughout the country, within the framework of public policies. It was observed that the accommodation problems experienced by the personnel significantly affect their work performance. It is thought that it was normal for such problems to be experienced especially in institutions that did not operate against disasters in routine life, and that there was no preparation for these issues. Planning for sheltering by considering the existing conditions before disasters can reduce the difficulties that may be experienced in case of a possible disaster (Shariat Alavi et al., 2022). In a study on search and rescue teams, it was mentioned that the establishment of mobile bathrooms and toilets is important in meeting the hygiene and health needs of the people in the disaster area (Toprak, 2022:39). In a study on humanitarian logistics, one of the most important events for the survival and recovery of disaster victims is the supply and transportation of essential materials such as water, food, shelter, clothing, and medicine in the most efficient and effective way possible (Tatham & Christopher, 2018:3). It has been evaluated that it is important to meet the basic needs after the disasters. It is thought that training should be organized for all people who are likely to be assigned in the field in case of a disaster, especially for living under difficult conditions and sheltering.

In the study, it was evaluated that there were problems in meeting the nutritional needs in the first two days due to the width and size of the disaster area. It was determined that the problems related to nutrition were solved in a short time with the intense efforts of the main solution partner and support solution partners for nutrition services.

It was evaluated that continuous and sustainable assistance was provided for nutritional needs as a physiological need. The Turkish Red Crescent was observed making calls to all organizations that would provide hot meal distribution services in the disaster-stricken area, attempting to integrate them into its system. Institutions and organizations that were previously involved in this system generally acted in coordination with the Red Crescent, as they knew the procedures for food service to be provided in the disaster area. However, the teams that entered the region without any accreditation did not notify the Red Crescent. As a result, there was a lack of coordination in many regions. It is thought that legal measures should be taken to prevent this situation. Precautions should be taken for the provision of cooks, who are especially critical in the delivery of nutritional services in the disaster area. If necessary, human resources to be assigned to the region should be planned. The way of delivery of nutrition service should be realized by considering the available resources of the disaster victims. If necessary, dry food and cooking sets should be delivered to the victims. As mentioned in the issue of shelter, it is thought that all public officials who have the potential to work in the disaster area should be trained on personal preparations for the transfer to the disaster area. In a study on nutrition in disasters, it was seen that infrastructural, and administrative problems were emphasized as well as uncertainties about food storage and distribution during disasters (Nekouie Moghadam et al., 2017). In a study conducted in Türkiye, sufficient state support was emphasized in the Van and Elazığ earthquakes, and it was stated that tents for nutrition services were set up quickly (Usta, 2021:264). It was stated that in disasters, it is important to carry out the nutrition management of especially vulnerable groups in a healthy way in order to protect individual health (Hayudanti et al., 2022; Adeoya et al., 2022; Dhamija & Sen, 2023). It has been evaluated that comprehensive efforts were made to meet the nutritional need, which is one of the basic needs in disasters. It can be said that the literature data on nutrition services support the data of our study.

In the study, it was observed that there was a problem with access to drinking water and clean water required for cleaning needs in the disaster area. It is thought that this situation occurred due to the infrastructure and superstructure problems damaged by the earthquake.

5. Conclusion

In this study, observations on response activities conducted after the earthquake were presented, including examples of practices and challenges encountered in essential areas such as search and rescue, security and safety, accommodation, nutrition, and sanitation. It is believed that individuals who have graduated from programs focusing on formal education in disaster management can play a crucial role in addressing various shortcomings, particularly those arising from a lack of experience and knowledge, in the field. Their employment in the field is seen as significant for mitigating these deficiencies. Another crucial point is that promptly addressing the needs of field-assigned personnel, such as nutrition, accommodation, hygiene, security, and safety, will contribute significantly to the demonstrated performance.

Limitations of the Study

Social impacts caused by disasters may need to be investigated and understood in more depth. The study focuses on the post-disaster response period. However, it is necessary to examine the efforts that can be done on the prediction and prevention of disasters. The services offered may vary in different countries or regions, with different approaches by different institutions or organizations. In this respect, international studies may be needed.

Acknowledgements

The authors would like to thank the officials of the "Scientific and Technological Research Council of Türkiye" and everyone who contributed to the realization of the study.

Financial Support

This study carried out by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) 1002-C Field Study Focused on Natural Disasters was supported and financed under the Emergency Support Program.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest with any institution or person in the study.

Contribution of Authors

G.U Conceptualization, Data curation, Investigation; Methodology, Project Administration, Supervision; Validation, Visualization, Writing—original Draft. R.A Conceptualization, Data Curation, Investigation; Methodology, Project Administration, Supervision; Validation, Visualization, Writing—original Draft. F.G Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Validation, Visualization, Writing—original Draft. E.A Conceptualization, Data Curation, Investigation, Methodology, Validation, Visualization. I.T.P Conceptualization, Data curation, Validation, Visualization.

References

- Adeoya, A. A., Sasaki, H., Fuda, M., Okamoto, T., & Egawa, S. (2022). Child nutrition in disaster: A scoping review. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 256(2), 103-118. <https://doi.org/10.1620/tjem.256.103>
- Augusto, D. (2022). Strengthening disaster response through analysis of crime during hurricane Ike. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 19(1), 27-49. <https://doi.org/10.1515/jhsem-2021-0005>
- AFAD. (2014). *Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>
- AFAD. (2018). *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi>
- AFAD. (2023a). *06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) MW 7.7, Elbistan (Kahramanmaraş) MW 7.6, Depremlerine İlişkin, Ön Değerlendirme Raporu*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmaras-Depremleri-On-Değerlendirme-Raporu.pdf>

- AFAD. (2023b). *Kahramanmaraş Pazarcık'ta Meydana Gelen Deprem Hk. Basın Bülteni-2. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*. <https://www.afad.gov.tr/kahramanmaras-pazarcikta-meydana-gelen-deprem-hk-basin-bulteni-2>
- Arpat, E., & Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 78(78), 44–50.
- Aslan, R., Şahinöz, S. (2023). The experiences of people with disabilities in the 2020 Izmir earthquake: A phenomenological research. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 95, 103868, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103868>
- Bailey, C., White, C., & Pain, R. (1999). Evaluating qualitative research: dealing with the tension between 'science' and 'creativity.' *Area*, 31(2), 169–178. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.1999.TB00182.X>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706QP0630A>
- Broby, N., Lassetter, J. H., Williams, M., & Winters, B. A. (2018). Effective international medical disaster relief: a qualitative descriptive study. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33(2), 119–126. <https://doi.org/10.1017/S1049023X18000225>
- Çakmak, H., Aydın Er, R., Can Öz, Y., & Aker, A. T. (2010). Kocaeli ili 112 acil yardım birimlerinde çalışan personelin marmara depreminden etkilenme ve olası afetlere hazırlık durumlarının saptanması. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, (2), 83–88. <https://doi.org/10.4170/jaem.2009.13007>
- Can, N. (2022). *Arama kurtarma biriminde çalışan personellerin iş güvenliği algısının incelenmesi*. (Publication No. 774864) [Master, Avrasya University]. Yök Tez Merkezi.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Constable, M. (2008). Disaster mythology: looting in New Orleans. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 17(4), 519-525. <https://doi.org/10.1108/09653560810901764>
- Dhamija, G., & Sen, G. (2023). Lasting impact on health from natural disasters, potential mechanisms and mitigating effects. *Environment and Development Economics*, 28(1), 1-24. <https://doi.org/10.1017/S1355770X2200016X>
- EM-DAT. (n.d.). *Classification*. Emergency Events Database. <https://www.emdat.be/classification>
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili. TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (pp. 1-14).
- Faucon, C. E. (2010). The suspension theory: Hurricane Katrina looting, property rights, and personhood. *Louisiana Law Review*. 70(4):1303–38.
- Geray, C. (1977). Türkiye'de yıkım (afet) olayları karşısında önlemler ve örgütlenmeler. *Amme İdaresi Dergisi*, 10(3), 91–114.
- Graneheim, U. H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2), 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In N. K. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (pp. 191–215). Sage Publications Ltd.
- Hayudanti, D., Ehasari, R. K., Alristina, A. D., & Laili, R. D. (2022). Management of pregnant women's nutrition in disaster emergencies in indonesia: a systematic review. *International Journal of Advancement in Life Sciences Research*, 5(4), 19-26. <https://doi.org/10.31632/ijlsr.2022.v05i04.004>
- Herovic, E., Sellnow, T. L., & Sellnow, D. D. (2020). Challenges and opportunities for pre-crisis emergency risk communication: lessons learned from the earthquake community. *Journal of Risk Research*, 23(3), 349-364. <https://doi.org/10.1080/13669877.2019.1569097>
- İbiş, E., & Kesgin, B. (2014). Türkiye'de sosyal hizmet ve medikal kurtarma açısından Yalova, Van ve Simav depremlerinin incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (41), 225–234.
- Jamshed, S. (2014). Qualitative research method-interviewing and observation. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 5(4), 87-88. <https://doi.org/10.4103/0976-0105.141942>
- Kreimer, A. (2001). Social and economic impacts of natural disasters. *International Geology Review*, 43(5), 401-405. <https://doi.org/10.1080/00206810109465021>
- Lee, K., Lee, S. H., Park, T., & Lee, J. Y. (2017). Stressors of Korean disaster relief team members during the Nepal earthquake dispatch: a consensual qualitative research analysis. *Journal of Korean Medical Science*, 32(3), 507-513. <https://doi.org/10.3346/JKMS.2017.32.3.507>
- Malpass, A., West, C., Quail, J., & Barker, R. (2019). Experiences of individuals with disabilities sheltering during natural disasters: An integrative review. *Australian Journal of Emergency Management*, 34(2), 60-65.
- Martin, M. L. (2010). Child participation in disaster risk reduction: The case of flood-affected children in Bangladesh. *Third World Quarterly*, 31(8), 1357-1375. <https://doi.org/10.1080/01436597.2010.541086>
- Nekouie Moghadam, M., Amiresmaili, M. R., Hassibi, M., Doostan, F., & Khosravi, S. (2017). Toward a better nutritional aiding in disasters: relying on lessons learned during the Bam Earthquake. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(4), 382–386. <https://doi.org/10.1017/S1049023X17006355>
- Sarol, H. (2007). *Türkiye'deki arama kurtarma elemanlarının temel sorunları*. (Publication No. 206983) [Master, Gazi Üniversitesi University]. Yök Tez Merkezi.
- Shariat Alavi, M., Fallahi, A., Mottaki, Z., & Aslani, F. (2022). Post-disaster sheltering process after the 2019 floods, in Golestan province, Iran. *International Journal of Disaster*

Resilience in the Built Environment, 13(5), 568-582.

<https://doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2021-0023>

Suhardi, A., Samsuddin, I., & Ismail, D. (2023). Developing resilient design criteria for evacuation centre. *Malaysian Journal of Sustainable Environment (MySE)*, 10(1), 225-242.

<https://doi.org/10.24191/myse.v10i1.21260>

Tatham, P., & Christopher, M. (Eds.) (2018). *Humanitarian Logistics: Meeting the Challenge of Preparing for and Responding to Disasters*. Kogan Page.

Tierney, K., Bevc, C., & Kuligowski, E. (2006). Metaphors matter: Disaster myths, media frames, and their consequences in Hurricane Katrina. *The annals of the American academy of political and social science*, 604(1), 57-81.

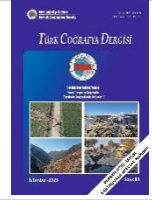
<https://doi.org/10.1177/0002716205285589>

Toprak, M. (2022). *Arama kurtarma ekipleri için lojistik çözümler*. (Publication No. 719270) [Master, Bahçeşehir University]. Yök Tez Merkezi.

Usta, G. (2021). *Türkiye’de meydana gelen deprem afetlerinde sunulan hizmetlerin değerlendirilmesi (1999-2020): Nitel bir araştırma*. (Publication No. 688294) [Doctoral dissertation, Gümüşhane University]. Yök Tez Merkezi.


Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing & Health Sciences*, 15(3), 398-405.

<https://doi.org/10.1111/NHS.12048>



Deprem bilincinin oluşmasında coğrafi konulara ait sosyal medya paylaşımlarının incelenmesi

Investigation of social media posts on geographical issues in the formation of earthquake awareness

Salih Yıldırım^{a*}  Ertuğrul Alper Kurban^{b*} 

^a Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Coğrafya Eğitimi ABD, İstanbul, Türkiye.

^b Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi ABD, Edirne, Türkiye.

ORCID: S.Y. 0000-0003-4952-3788; E.A.K. 0009-0004-1519-3914

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 25.05.2023
Kabul/Accepted: 14.09.2023

Anahtar Kelimeler:

Deprem
Sosyal medya
Coğrafi bilinç ve kavramlar
Deprem uzmanları
Twitter

Keywords:

Earthquake
Social media
Geographical awareness and concepts
Earthquake experts
Twitter

*Sorumlu yazar/Corresponding author:
(S. Yıldırım) salih.yildirim@marmara.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1302712



Atıf/Citation:

Yıldırım, S., & Kurban, E. H. (2023). Deprem bilinci oluşmasında coğrafi konulara ait sosyal medya kullanımlarının incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 155-162.
<https://doi.org/10.17211/tcd.1302712>

ÖZ / ABSTRACT

Deprem farkındalığı, afet bilinci vb. coğrafi konuların ülkemizin gündemine taşınmasında doğal afetler sonrası bireylerin deneyimleri etkili olmaktadır. Türkiye için aleyhte bir hâl olsa da günümüzde yaşanan doğal afetlerin toplum nezdinde bir bilinç oluşturmada sosyal medya önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, sosyal medya paylaşımlarının deprem bilinci oluşturmadaki rolünü coğrafi kavramlar, konular ve uzmanlar üzerinden değerlendirmektir. İkincil veri setlerinin kullanıldığı çalışmada veriler, Twitter'dan elde edilen Tweetler, konu uzmanlarının paylaşımları ve Türkiye Cumhuriyeti İletişim Başkanlığı'nın yayınladığı belgeler üzerinden analiz edilmiştir. Elde edilen Tweet verileri, betimsel analiz teknikleriyle analiz edilmiştir. Ayrıca, İletişim Başkanlığı'nın yayınladığı belgeler, doküman analizi tekniğiyle incelenerek deprem sürecinde yayılan yanlış coğrafi bilgiler hakkında değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, depremden bir ay sonra coğrafi kavramların Twitter paylaşımlarında ve deprem uzmanlarının etkileşimlerinde önemli bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, coğrafi bilinç eksikliğinden kaynaklanan nedenlerle sosyal medyada yayılan asparagas haberlerin dezenformasyon sorununa yol açtığı tespit edilmiştir.

The experiences of individuals after natural disasters are effective in bringing geographical issues such as earthquake awareness, disaster awareness, etc. to the agenda of Türkiye. Although it is unfavorable for Türkiye, social media plays an important role in creating awareness in the society about natural disasters experienced. The aim of this study is to evaluate the role of social media posts in creating earthquake awareness through geographical concepts, topics and experts. Using secondary data sets, the study analyzed the data through Tweets obtained from Twitter, posts of subject matter experts and documents published by the Republic of Turkey Directorate of Communication. The Tweet data were analyzed using descriptive statistical technique. In addition, the documents published by the Directorate of Communication were analyzed using document analysis technique and evaluations were made about the false geographical information spread during the earthquake. According to the results of the study, one month after the earthquake, there was a significant increase in Twitter shares of geographical concepts and interactions of earthquake experts. In addition, it was also found that asparagus news spread on social media due to lack of geographical awareness led to disinformation problems.

Extended Abstract

Introduction

With the rapid increase in the world population in recent years, the number of natural disasters has also increased. On the other hand, citizens who ignore the effects of many factors such as geological structure, soil, quality of building materials, inspection, etc. continue to carry out their living activities in geographically risky settlements. There are also risky settlements in and around Kahramanmaraş due to its seismicity (Biricik & Korkmaz, 2001). On February 06, 2023, Turkey woke up to a 7.7 magnitude earthquake at 04:17 in Pazarcık district of Kahramanmaraş. On the same day, a second earthquake with a magnitude of 7.6 at 13:24 in the Elbistan district of Kahramanmaraş further magnified the impact of the disaster (NTV, 2023a). The earthquake devastated the provinces of Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay and Malatya, affecting 11 provinces in total and killing over 50,000 people. The material damage caused by the Kahramanmaraş-centered earthquakes was reported to be 150 billion dollars (NTV, 2023b).

Twitter has become the most widely used information and communication tool. Similar communication processes established through social media during the Kahramanmaraş earthquakes are also encountered in natural disasters occurring in other regions and countries (Ağralı et al., 2022; Cho et al., 2013; Tekindal et al., 2022; Y. Wang & Taylor, 2018; Z. Wang & Ye, 2018). Interest in social media in natural disasters and catastrophes is increasing remarkably due to the clarity of the messages sent, the communication of disaster-related information to all stakeholders long before it appears in the mainstream media, etc. (Raza et al., 2020). Geographical information in social media streams varies according to the magnitude, type, and impact of natural disasters and can spread rapidly (Crooks et al., 2013).

When the literature is examined, earthquake awareness or consciousness (Aksa et al., 2020; Aksoy & Sözen, 2014; Alam, 2020; Aydın, 2019; Başbüyük, 2004; Çakar, 2008; Demirci & Yıldırım, 2015; Fetih & Gülay, 2011; Johnston et al., 2011; Öcal, 2007; Tuncer et al., 2021), earthquake education (Aksoy & Sözen, 2014; Gülay, 2010), earthquake preparedness (Aksa et al., 2020; Alam, 2020; Öztürk, 2013) and the relationship between social media posts and earthquake (Ağralı et al., 2022; Cho et al., 2013; Crooks et al., 2013; Raza et al., 2020; Y. Wang & Taylor, 2018; Z. Wang & Ye, 2018). However, there is no research examining the role of social media posts in creating earthquake awareness through geographical concepts. For this reason, the study is expected to contribute to the formation of earthquake awareness before future earthquake disasters occur and to emphasize the importance of the subject of natural disasters directly related to the geography course. From this point of view, the aim of this study is to evaluate the role of social media posts in creating earthquake awareness through geographical concepts, topics, and experts.

Method

Using secondary data sets, the study analyzed the data through Tweets obtained from Twitter, posts of subject matter experts, and documents published by the Republic of Turkey Directorate of Communication. The Tweet data were analyzed using descriptive statistical techniques. In addition, the documents published by the Directorate of Communication were analyzed using document analysis techniques, and evaluations were

made about the false geographical information spread during the earthquake.

Results and Suggestions

The starting point of the study is the problem related to the fact that geographical issues are generally brought to the agenda only during natural disasters but lose their relevance after a certain period of time. The importance of geographical knowledge and geography course in providing earthquake awareness has emerged once again. According to the findings of the study, geographical concepts (geography, geography course, geography education, fault line, geology, ground, ground liquefaction, earthquake magnitude, earthquake intensity, and disaster education) showed a significant increase in Twitter posts one month before and one month after the earthquake. Although there was a significant increase in the number of interactions for all concepts, especially concepts such as fault line, ground liquefaction, earthquake magnitude and earthquake intensity showed proportionally large increases. When the differences in the number of Tweets one month before and one month after the earthquakes are analyzed, the differences in the concepts of geography, fault line, geology and ground are striking. These findings show that geographical concepts received significantly more engagement after natural disasters.

When the number of interactions and views of the posts of earthquake experts Prof. Dr. Naci Görür, Prof. Dr. Övgün Ahmet Ercan and Prof. Dr. Cenk Yalıtırak one month before and one month after the earthquake were analyzed, it was observed that these experts received more interactions after the earthquake. After the earthquake, the posts of the experts attracted more attention, and people actively interacted with them to get information and ask questions. For example, the number of interactions of Prof. Dr. Naci Görür increased by 1712% and reached 3,773,320 interactions. These findings show that scientists received fewer interactions before the earthquake, but after the earthquake, people interacted to learn more.

The study also addressed the false or asparagus news spread on social media as a result of earthquakes. Misleading geographically based news and disinformation that spread rapidly on social media as a result of earthquakes have been a significant problem. For example, the claim that volcanic activity has started on Hasan Mountain has led to the spread of unfounded news that is incompatible with geographical realities. The Directorate of Communication and relevant institutions have fought against these misleading reports and shared the facts with the public. It was emphasized that such news caused panic and misinformation among the public. In the aftermath of earthquakes, unfounded or unscientific geographical news sometimes plays an influential role in setting the agenda of our country. The results reveal that geographical concepts attract more attention in the aftermath of earthquakes, the interaction of earthquake experts' posts has increased, and geographical awareness should be increased to fight against false news spread on social media. In line with this information, informative training activities should be organized to increase citizens' geographical knowledge. Similarly, it is recommended to increase the number of courses in geography, which has a very important place in the formation of earthquake awareness and awareness of natural disasters, and the number of questions on natural disasters in important exams.

1. Giriş

Son yıllarda doğal afetlerden etkilenen kişi sayısında artışlar yaşanmaktadır. Buna mukabil jeolojik yapı, zemin, yapı malzemelerinin kalitesi, denetim vb. pek çok faktörün etkisini göz ardı eden vatandaşlar, yaşam faaliyetlerini coğrafi olarak riskli yerleşim bölgelerinde sürdürmektedir. Kahramanmaraş ve çevresinde de deprem tehlikesi nedeniyle riskli yerleşim yerleri bulunmaktadır (Biricik & Korkmaz, 2001). Türkiye, 06 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde saat 04:17'de 7,7 büyüklüğünde meydana gelen bir depremle sarsıldı. Aynı gün içinde Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde saat 13:24'te 7,6 büyüklüğünde gerçekleşen ikinci depremle felaketin etkisi daha da büyüdü (NTV, 2023a). Deprem Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay ve Malatya illerinde büyük bir yıkıma yol açarken toplamda 11 ili etkiledi ve 50 binin üzerinde vatandaşımızın hayatını kaybetmesine neden oldu. Kahramanmaraş merkezli depremlerin sebebiyet verdiği maddi zarar 150 milyar dolar olarak raporlandı (NTV, 2023b). Yüzbinlerce bina ağır ve orta hasarlı olarak kayda geçerken maddi, manevi, sosyal, psikolojik vb. birçok nedenlerle milyonlarca vatandaşımız ikamet ettiği ilden göç etmek zorunda kaldı. Deprem toplumdaki etkisini daha iyi ifade edebilmek için "asrın felaketi" olarak değerlendirildi (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı, 2023). Katastrof kelimesinin yerine de kullanılan felaket, Cambridge Dictionary (2023) tarafından "*çok büyük soruna veya yıkıma neden olan ani bir olay*" şeklinde tanımlanmaktadır. Örneğin 2004 yılında Endonezya'nın Sumatra Adası'nda meydana gelen ve 230 binin üzerinde insanın hayatını kaybetmesine sebep olan Tsunami, doğal afet olarak değil doğal katastrof ya da doğal felaket olarak adlandırılmaktadır (Roos, 2020).

Ülkemizde tüm bunlar yaşanırken deprem sonrasında vatandaşlarımız çoğunlukla sosyal medya aracılığıyla iletişim kurdu. Bu süreçte Twitter, en popüler bilgi edinme ve iletişim aracı haline geldi. Kahramanmaraş depremlerinde sosyal medya aracılığıyla kurulan iletişim sürecinin benzerleriyle diğer bölgelerde ve ülkelerde meydana gelen doğal afetlerde de karşılaşılmıştır (Ağralı vd., 2022; Cho vd., 2013; Tekindal vd., 2022; Y. Wang & Taylor, 2018; Z. Wang & Ye, 2018). Gönderilen mesajların açıklığı, afete ilişkin bilgilerin ana akım medyada yer almadan çok daha önce tüm paydaşlara iletilmesi vb. sebeplerle doğal afet ve felaketlerde sosyal medyaya olan ilgi dikkat çekici bir biçimde artmaktadır (Raza vd., 2020). Sosyal medya akışlarında yer alan coğrafi bilgiler doğal afetlerin büyüklüğüne, türüne ve etkisine göre değişkenlik göstermekte ve süratle yayılabilmektedir (Crooks vd., 2013). 2011 yılında Japonya'da yaşanan deprem sırasında mobil telefon hizmetlerinin aksamaya uğramasıyla Twitter, deprem bilgilerini doğrudan sağlayan iletişim kanalı haline gelmiştir. Deprem ve ardından gerçekleşen tsunami felaketine ilişkin haberler @bacho adlı bir twitter hesabı tarafından İngilizce paylaşılmış ve bu sayede haberler saniyeler içinde depremden etkilenen bölgelerin ötesine sıçramıştır (Cho vd., 2013). Hatta Bruns vd.'ne (2011) göre Twitter, resmi bir bilgi kaynağı rolü üstlenirken çeşitli iletişim faaliyetlerini de kolaylaştırmaktadır. Tüm bu çalışmalar sosyal medya araçlarından Twitter'ın afet veya felaket sonrasında kullanımının arttığını ve bilginin kaynağı şeklinde bir rol üstlendiğini doğrulamaktadır.

Deprem bilinci, toplumun deprem hakkında bilgi sahibi olması,

riskleri anlaması ve gerekli önlemleri alması anlamına gelmektedir (Demirci & Yıldırım, 2015). Sosyal medya, geniş kitlelere hızlı bir şekilde ulaşma potansiyeline sahip olduğu için deprem bilincinin oluşturulmasında etkili bir platform olarak değerlendirilmektedir. Günümüze kadar felaket olarak nitelendirilebilecek çok sayıda depremle yüzleşen ülkemizde depremlerin doğal felakete dönüşmesini durdurmanın en önemli yolu deprem bilincinin oluşturulmasına yönelik atılacak adımlardan geçmektedir (Demirkaya, 2007). Bu adımların en başında kuşkusuz örgün eğitim süreci gelmektedir. İlköğretimde konuya yönelik doğrudan kazanımlar incelendiğinde farklı sınıf düzeylerinde hayat bilgisi, sosyal bilgiler ve fen bilimleri derslerinde doğal afetlere yönelik toplamda 6 kazanım yer almaktadır. Ortaöğretimde ise ağırlık olarak 10. sınıfta olmak üzere coğrafya dersinde doğal afetlere yönelik toplamda 10 kazanım bulunmaktadır (Tablo 1). Bu durum örgün eğitim aracılığıyla öğrencilerin deprem bilincinin oluşturulmasında coğrafya dersinin çok önemli bir yere sahip olduğunu doğrulamaktadır. Nitekim Sumatra Adası'nda felakete yol açan tsunamiyi coğrafya dersinde öğrendiği bilgilerle tahmin eden ve uyarılarıyla takribî 100 kişinin hayatta kalmasına vesile olan İngiliz Tilly Smith'in hikâyesi bu durumun açık bir örneğidir (Owen, 2005).

Alan yazın incelendiğinde deprem bilinci ya da farkındalığı (Aksa vd., 2020; Aksoy & Sözen, 2014; Alam, 2020; Aydın, 2019; Başbüyük, 2004; Çakar, 2008; Demirci & Yıldırım, 2015; Fetihi & Gülay, 2011; Johnston vd., 2011; Öcal, 2007; Tuncer vd., 2021), deprem eğitimi (Aksoy & Sözen, 2014; Gülay, 2010), depreme hazırlık (Aksa vd., 2020; Alam, 2020; Öztürk, 2013) ve sosyal medya paylaşımlarıyla deprem ilişkisi (Ağralı vd., 2022; Cho vd., 2013; Crooks vd., 2013; Raza vd., 2020; Y. Wang & Taylor, 2018; Z. Wang & Ye, 2018) konularında çalışmalar olduğu anlaşılmaktadır. Ancak sosyal medya paylaşımlarının deprem bilinci oluşturmadaki rolünü coğrafi kavramlar üzerinden inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızın bundan sonrası için yaşanabilecek deprem felaketlerinin yaşanmadan deprem bilincinin oluşmasına katkıda bulunması ve coğrafya dersiyle doğrudan ilişkili doğal afetler konusunun önemine vurgu yapması beklenmektedir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, sosyal medya paylaşımlarının deprem bilinci oluşturmadaki rolünü coğrafi kavramlar, konular ve uzmanlar üzerinden değerlendirmektir. Bu amaç çerçevesinde ele alınan alt problemler aşağıdaki gibidir:

1. Deprem öncesinde ve sonrasında, coğrafi kavramların Twitter paylaşımlarında aldığı etkileşim nasıl dağılıp göstermektedir?
2. Deprem öncesinde ve sonrasında en fazla etkileşim alan 3 konu uzmanının Tweetleri nasıl bir dağılıp göstermektedir?
3. Deprem sonrasında gündem olan coğrafi konulu deprem dezenformasyon haberleri hangileridir?

2. Yöntem

Bu çalışmada, ikincil veri seti tercih edilmiştir. Tipik olarak bireylerden oluşan geniş bir örneklem kitlesini kapsayan ve genellikle daha büyük bir nüfusu temsil eden çalışmalarda ikincil veri setine başvurulmaktadır (Vartanian, 2010). Bu

Tablo 1. Derslere göre doğal afetler ile ilgili kazanımlar.**Table 1.** Learning outcomes related to natural disasters by courses.

Ders Adı	Sınıf	Kazanım Kodu ve Kazanım
Hayat Bilgisi	2	H.B.2.6.6. Doğal afetlere örnekler verir.
	3	H.B.2.6.7. Doğa olayları ve doğal afetlere karşı alınabilecek önlemleri açıklar.
Sosyal Bilgiler	4	H.B.3.4.6. Günlük yaşamında güvenliğini tehdit edecek bir durumla karşılaştığında neler yapabileceğine örnekler verir.
	5	SB.4.3.6. Doğal afetlere yönelik gerekli hazırlıkları yapar.
	7	SB.5.3.5. Doğal afetlerin toplum hayatı üzerine etkilerini örneklerle açıklar.
Fen Bilimleri	5	SB.7.7.4. Arkadaşlarıyla birlikte küresel sorunların çözümüne yönelik fikir önerileri geliştirir.
	5	F.5.6.3.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar.
Coğrafya	10	F.5.6.3.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.
		10.1.1. Dünya'nın tektonik oluşumunu açıklar.
		10.1.2. Jeolojik zamanların özelliklerini tektonik olaylarla ilişkilendirerek açıklar.
		10.1.3. İç kuvvetleri; yer şekillerinin oluşum sürecine etkileri açısından açıklar.
		10.1.5. Türkiye'deki yer şekillerinin oluşum sürecine iç kuvvetlerin etkisini açıklar.
		10.4.1. Afetlerin oluşum nedenlerini ve özelliklerini açıklar.
		10.4.2. Afetlerin dağılışları ile etkilerini ilişkilendirir.
		10.4.3. Türkiye'deki afetlerin dağılışları ile etkilerini ilişkilendirir.
	10.4.4. Afetlerden korunma yöntemlerini açıklar.	
	12	12.1.1. Doğa olaylarının ekstrem durumlarını ve etkilerini açıklar.
		12.1.2. Doğal sistemlerdeki değişimlerle ilgili geleceğe yönelik çıkarımlarda bulunur.

yaklaşım, geniş bir örneklem kitlesini temsil eden ve araştırmacıların ihtiyacı olan tüm bilgileri sağlayan ikincil veri setini kullanarak coğrafi kavramların kullanımına ilişkin eğilimleri belirleme amacını taşımaktadır. Bu çalışmada elde edilen veriler, 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin bir ay öncesi ve bir ay sonrasında sınırlandırılmıştır. Birinci alt probleme yönelik veriler, bilişim uzmanından destek alınarak geliştirilen yazılım ve Twitter'ın ara yüzündeki bilgilerden derlenmiştir. Verilerin analizi için betimsel analiz tekniğine başvurulmuştur. Twitter'dan veri çekme işlemi gerçekleştirmek amacıyla Python programlama dili ve Snsrape, Flask ve Pandas kütüphanelerinden yararlanılarak bir program geliştirilmiştir. Snsrape, Twitter Web sayfalarından veri kazıma yapabilen güçlü bir Python kütüphanesidir ve sınırsız veri çekmek için etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Ağralı & Aydın, 2021). Flask, hafif bir Python tabanlı Web uygulama çatısıdır ve temel Web uygulama işlevlerini sağlar. Pandas ise Python tabanlı bir kütüphanedir ve veri analizi ve manipülasyonu için tercih edilir. Bu çalışmada, Snsrape aracılığıyla Twitter API'sine ihtiyaç duymadan Web sayfalarından Tweet verileri elde edilmiştir. Sonrasında, Flask ile kullanıcıya bir Web formu sunulmuş ve kullanıcının girdiği verilerle Tweet çekme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen Tweet verileri, Pandas ile analiz edilmiştir. İkinci alt probleme yönelik veriler, popülerlikleri ve Tweetlerin aldığı etkileşimler göz önünde bulundurularak seçilen konu uzmanlarının paylaşımlarından elde edilmiştir. Verilerin analizinde, paylaşımların depremden bir ay önce ve bir ay sonra aldıkları etkileşim ve görüntülenme sayıları temel alınmıştır. Bu şekilde, konu uzmanlarının coğrafi kavramlarla ilgili paylaşımlarının etkileşim düzeyi ve görüntülenme sayıları değerlendirilmiştir. Son olarak çalışmanın üçüncü alt problemi için Türkiye Cumhuriyeti İletişim Başkanlığı'nın yayınladığı resmi belgelere doküman analizi tekniği uygulanmıştır. Bu yöntemle, deprem sürecinde iletişim başkanlığı tarafından yayınlanan belgelerin içeriği incelenerek, coğrafi bilgilerin dezenformasyonu ortaya çıkan ve yayılan yanlış bilgiler hakkında değerlendirmelerde bulunulmuştur.

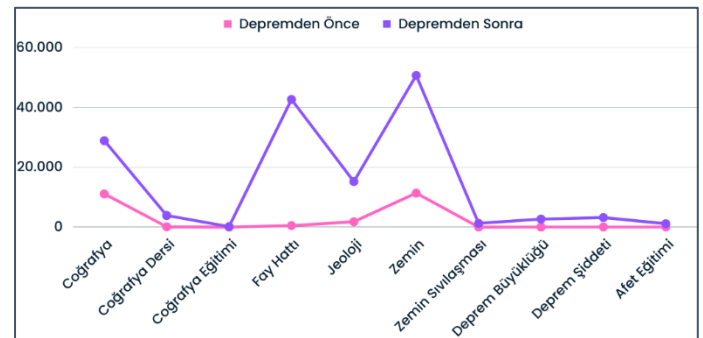
3. Bulgular

Bu bölümde, coğrafi kavramlara yönelik twitter paylaşımları, deprem uzmanlarının paylaşımlarının twitter etkileşim ve görüntülenme sayıları ve deprem sürecinde sosyal medyadan

yayılan coğrafi temelli asparagas haberler incelenmiştir.

3. 1. Coğrafi Kavramlara Yönelik Twitter Paylaşımları

Araştırmanın bu bölümünde, coğrafya dersleriyle doğrudan ilişkili kavramların (*coğrafya, coğrafya dersi, coğrafya eğitimi, fay hattı, jeoloji, zemin, zemin sıvılaşması, deprem büyüklüğü, deprem şiddeti ve afet eğitimi*) depremden bir ay önce ve bir ay sonra Twitter paylaşımlarında aldığı etkileşim sayıları incelenmiştir. Kavramlara ait etkileşimlerin dağılışı Şekil 1'de sunulmuştur.



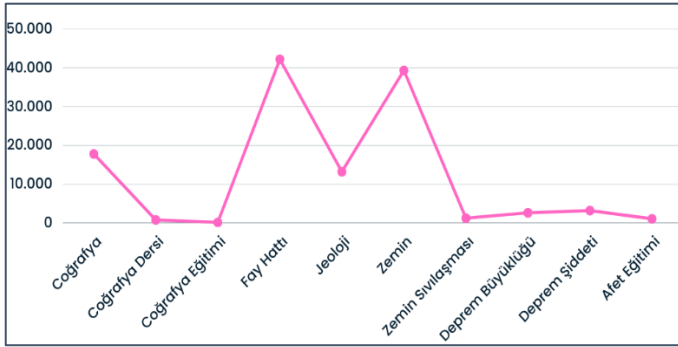
Şekil 1. Coğrafi kavramların deprem öncesi ve sonrasında Twitter paylaşımlarında aldığı etkileşimlerin dağılışı.

Figure 1. Distribution of the interactions of geographical concepts in Twitter posts before and after the earthquake.

Şekil 1'e göre, incelenen tüm coğrafi kavramların etkileşim sayılarında kayda değer artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca, oransal olarak değerlendirildiğinde, fay hattı %8588, zemin sıvılaşması %7306, deprem büyüklüğü %7122 ve deprem şiddeti %6993 artış oranlarına sahiptir. Tüm kavramlara ait ortalama Tweet farkı %3896, coğrafya kavramında %160, coğrafya dersi kavramında %3672 ve coğrafya eğitimi kavramında ise %1822 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum, coğrafi kavramların doğal afetlerden sonra önemli ölçüde daha fazla etkileşim aldığını kanıtlamaktadır. Çalışmada incelenen coğrafi kavramlara yönelik depremlerden bir ay önce ve bir ay sonra gerçekleşen Tweet farkları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2'de görülen Tweet farkları, deprem sonrasında tüm coğrafi kavramların belirgin bir şekilde daha fazla etkileşim

aldığını göstermektedir. Özellikle *coğrafya* (17.799), *fay hattı* (42.165), *jeoloji* (13.210) ve *zemin* (39.321) kavramlarında deprem öncesi ve sonrasındaki farklar dikkat çekmektedir.

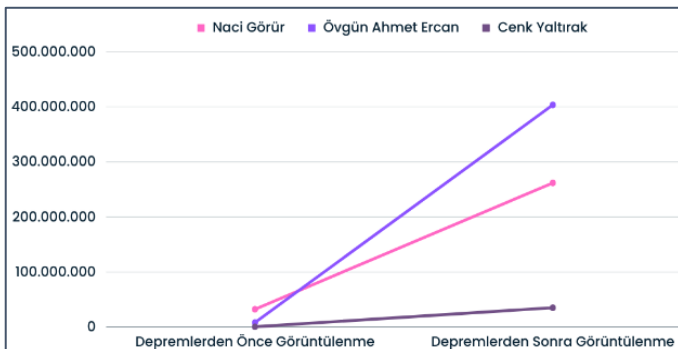
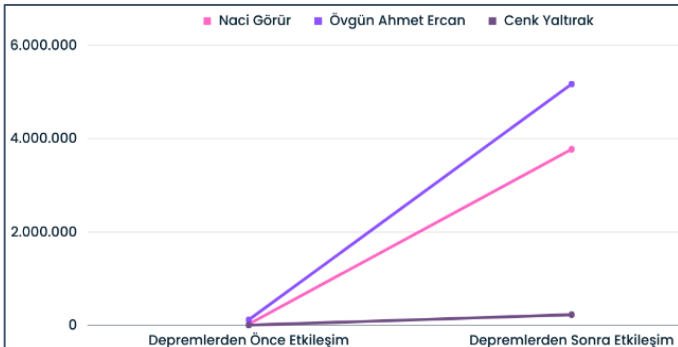


Şekil 2. Depremlerden önce ve sonra coğrafi kavramlara ait Tweet farkları.

Figure 2. Tweet differences for geographical concepts before and after the earthquakes.

3. 2. Deprem Uzmanlarının Paylaşımlarının Twitter Etkileşim ve Görüntülenme Sayıları

6 Şubat 2023 tarihindeki büyük depremlerin ardından kamuoyunun dikkati deprem uzmanlarına yönelmiştir. Bu uzmanlar, televizyon ekranlarında ve sosyal medya platformlarında günlük olarak depremin sonuçları ve gelecekte yaşanabilecek depremlerin özellikleri hakkında bilgilendirici paylaşımlar yapmışlardır. Araştırmanın bu bölümünde, popülerlikleri dikkate alınarak seçilen Prof. Dr. Naci Görür, Prof. Dr. Övgün Ahmet Ercan ve Prof. Dr. Cenk Yalıtırak'ın Twitter üzerinden yaptıkları paylaşımların depremden bir ay önce ve bir ay sonra aldığı etkileşim ve görüntülenme sayıları Şekil 3'te sunulmaktadır.



Şekil 3. Deprem uzmanlarının paylaşımlarının Twitter etkileşim ve görüntülenme sayılarındaki değişim.

Figure 3. Changes in the number of Twitter interactions and views of earthquake experts' posts.

Şekil 3'te, belirlenen üç deprem uzmanının depremden bir ay

öncesinde aldıkları toplam etkileşimlerin depremden bir ay sonrasında önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bu bulgu, vatandaşların depremden sonra sosyal medyada bu uzmanları daha dikkate aldıklarını göstermektedir. Prof. Dr. Naci Görür, depremden önceki bir aylık süreçte Twitter hesabında 208.210 etkileşim almışken, deprem ve sonrasındaki süreçte %1712'lik bir artışla 3.773.320 etkileşime ulaşmıştır. Prof. Dr. Övgün Ahmet Ercan ise depremden önce 120.700 Tweet etkileşimi almışken, deprem ve sonrasında %4184'lük bir artışla 5.171.971 etkileşim almıştır. Son olarak, Prof. Dr. Cenk Yalıtırak depremden önce 4.926 etkileşim almışken, deprem ve sonrasında %4566 artışla 229.856 etkileşim almıştır. Benzer şekilde, Tweetlerin görüntülenme sayılarında da depremden önce ve sonrasında önemli farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular, ülkemizde yaşanan depremden öncesi bilim insanlarının daha az etkileşim aldıklarını, ancak depremlerle birlikte insanların bilgi edinmek için daha fazla etkileşimde ve görüntüleme bulduklarını ortaya koymaktadır.

3. 3. Deprem Sürecinde Sosyal Medyadan Yayılan Coğrafi Temelli Asparagas Haberler

Depremler sonucunda sosyal medyada hızla yayılan ve halk arasında panik ve nefret söylemlerinin yayılmasına sebep olan birçok yanıltıcı coğrafi temelli haber ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Aşağıda yer alan haberler, 05.02.2023 ile 05.03.2023 tarihleri arasında sosyal medya üzerinden yayılmış ve T.C. İletişim Başkanlığı Dezenformasyonla Mücadele Birimi tarafından yayınlanan Dezenformasyon Bülteni aracılığıyla paylaşılmıştır.

Tablo 2'de yer alan iddialar coğrafi gerçeklerle örtüşmemektedir. "Kahramanmaraş'taki depreme ABD'li şirketin açtığı 6 bin metrelik petrol kuyusu sebep olduğu" iddiası, doğal afetlerin sebepleri konusunda yanlış ve gerçek dışı bilgiler içermektedir. 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde oldukça geniş bir bölgeyi kapsayan fay hattının tetiklenme sebebi coğrafi gerçeklerle uyumsuzdur. Aynı şekilde, "Kahramanmaraş'ta volkanik hareketlilik var" iddiası, coğrafi gerçeklerle uyumlu değildir, çünkü Kahramanmaraş'ta volkanik hareketlilik beklenmez. Benzer şekilde, "Marmara Denizi'nde su seviyesindeki değişim, İstanbul'da depremin habercisi" iddiası da coğrafi gerçeklere dayanmamaktadır. Zira su seviyesindeki değişimler genellikle depremlerin bir habercisi olarak kabul edilmez ve büyük ihtimalle ya gelgit olayları ile ilişkilidir ya da basınç değişimlerinden kaynaklanan bir seviye değişimi yaşanmıştır. Aynı şekilde "Deprem sırasında görülen ışınlarla" ilgili iddialar da coğrafi gerçekleri yansıtmamaktadır. Çünkü depremlerin oluşturduğu enerji birikimi nedeniyle kayaçların bazı minerallerinde elektriklenme meydana gelebilir ve fayda serbest kalan enerji açığa çıkabilir. Bu iddialar, coğrafi gerçeklerle uyumlu olmadığından ve gerçek dışı bilgiler içerdiğinden dolayı dikkate alınmamalıdır.

Hatay'da "Baraj Patladı" iddiası (10.02.2023)

Deprem bölgesinde yer alan ve en fazla hasarın meydana geldiği Hatay şehrinde, vatandaşlar arasında "Hatay'da baraj patladı" şeklinde asılsız bir iddia sosyal medyada hızla yayılmıştır. Bu iddianın ortaya atılmasıyla birlikte halk paniklemiş ve çadırlarını terk etmiştir. Konuyla ilgili olarak İletişim Başkanlığı bir açıklama yapmış ve bu haberin gerçeği yansıtmadığını belirtmiştir. Tarım ve Orman Bakanı Prof. Dr. Vahit Kirişçi de kendi sosyal medya hesabından bu iddianın asılsız olduğunu duyurmuştur (İletişim Başkanlığı, 2023a).

Tablo 2. Kahramanmaraş depremlerinden sonra yayılan asparagas coğrafi haberler.**Table 2.** Asparagas geographical news spread after the Kahramanmaraş earthquakes.

Coğrafi Konulara Göre Depremde Gündeme Gelen İddialar	Tarih
Hatay'da "Baraj Patladı" iddiası	10 Şubat 2023
"Kahramanmaraş'taki Depreme ABD'li Şirketin Açtığı 6 Bin Metrelik Petrol Kuyusu Sebep Oldu" İddiası	11 Şubat 2023
"Kahramanmaraş'ta Volkanik Hareketlilik Var" İddiası	11 Şubat 2023
"Türkiye ve Suriye'yi Vuran Yıkıcı Depremlerden Önce Gökyüzünde Tuhaf Işıklar Görüldü" İddiası	13-14 Şubat 2023
"Marmara Denizi'nde Su Seviyesindeki Değişim, İstanbul'da Depremin Habercisi" İddiası	14-15 Şubat 2023
"Deprem Sırasında Görülen Işımlarla İlgili" İddialar	19-20 Şubat 2023
"Google Haritadan Hatay'ı Sildi" İddiası	23-24 Şubat 2023
"Hasan Dağı'nda Volkanik Hareketlilik Başladı" İddiaları	24-25 Şubat 2023
"İstanbul Havalimanı'nın İnşaat ve Zeminine İlişkin" İddialar	25-26 Şubat 2023

"Kahramanmaraş'taki Depreme ABD'li Şirketin Açtığı 6 Bin Metrelik Petrol Kuyusu Sebep Oldu" İddiası (11.02.2023)

Deprem oluşumu ve etkileri konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından sosyal medya platformlarında yayılan bir haberde, ABD merkezli bir şirketin Kahramanmaraş'ta bir petrol kuyusu açarak 6 bin metre derinlikteki fay hattını tetiklediği ve deprem oluşturduğu iddiası bulunmaktadır. Ancak, bu iddia İletişim Başkanlığı tarafından yalanlanmış ve böyle bir durumun gerçekleşmesinin mümkün olmadığı açıklanmıştır (İletişim Başkanlığı, 2023b).

"Kahramanmaraş'ta Volkanik Hareketlilik Var" İddiası (11.02.2023)

Kahramanmaraş Göksun'da dağ eteğinde gözlenen toz bulutlarının sosyal medya platformlarında "volkanik hareket var" şeklinde haberlerin yayılması üzerine İletişim Başkanlığı tarafından bir açıklama yapılmıştır. Açıklamada, bu durumun aslında deprem etkisiyle oluşan bir kütle hareketi olduğu ve bölgenin kayaç yapısının volkanik aktiviteyi desteklemediği belirtilmiştir. İletişim Başkanlığı tarafından yapılan açıklama, kamuoyuyla paylaşılarak yanlış bir algının önüne geçilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023b).

"Türkiye ve Suriye'yi Vuran Yıkıcı Depremlerden Önce Gökyüzünde Tuhaf Işıklar Görüldü" İddiası (13-14 Şubat 2023)

Sosyal medya platformlarında Türkiye ve Suriye'yi etkileyen depremin ardından gökyüzünde garip ışıkların görüldüğü haberleri hızla yayılmıştır. Bu konuyla ilgili İletişim Başkanlığı tarafından yapılan açıklamada, söz konusu görüntünün aslında Kazakistan sınırları içinde 21 Eylül 2021 tarihinde Baykonur Uzay Üssü'nden fırlatılan Soyuz 2-1a roketine ait olduğu belirtilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023c).

"Marmara Denizi'nde Su Seviyesindeki Değişim, İstanbul'da Depremin Habercisi" İddiası (14-15 Şubat 2023)

Deprem sonrasında ortaya atılan provokatif bir iddia olan "Marmara Denizinde Su Seviyesi Çekildi İstanbul'da Büyük Deprem Olacak" haberi, Kandilli Rasathanesi tarafından yalanlanmıştır. Rasathanenin kurumsal sosyal medya hesapları üzerinden yapılan açıklamada, bu durumun meteorolojik bir olaydan kaynaklandığı ve büyük bir deprem beklentisi yaratılmaması gerektiği belirtilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023d).

"Deprem Sırasında Görülen Işımlarla İlgili" İddialar (19-20 Şubat 2023)

Depremler sonrasında ortaya çıkan kısa süreli ışımalarla ilgili sosyal medya platformlarında komplo teorileri ve yanıltıcı

haberler yayılmıştır. Bu haberlerde, bu ışıkların bir silah tarafından yayılan ışımaya olduğu iddiaları yer almıştır. Ancak İletişim Başkanlığı bu tür haberlere müdahale etmiş ve dezenformasyon olduğunu açıklamıştır. Yapılan açıklamada, depremlerin oluşturduğu enerji birikimi nedeniyle kayaçların bazı minerallerinde elektriklenme meydana gelebileceği ve fayda serbest kalan enerjinin açığa çıktığı ifade edilmiştir. Bu ışınların da kayaçlardaki minerallerden kaynaklandığı belirtilerek kamuoyu bilgilendirilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023e).

"Google Haritadan Hatay'ı Sildi" İddiası (23-24 Şubat 2023)

Son deprem felaketlerinin ardından, özellikle en çok etkilenen ve hasar gören Hatay şehriyle ilgili sosyal medyada bazı kişiler tarafından "Google Maps'in Hatay'ı sildiği" iddiaları paylaşılmıştır. Ancak İletişim Başkanlığı tarafından konuya açıklık getirilerek, Google Haritaların bu bölgeler için "Alan-Merkez" olarak kullanıldığı ve yakınlaştırıldığında ilin adının görülebildiği belirtilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023f).

"Hasan Dağı'nda Volkanik Hareketlilik Başladı" İddiaları (24-25 Şubat 2023)

22 Şubat tarihinde Niğde'de meydana gelen 5.3 büyüklüğündeki depremle ilgili olarak sosyal medyada, Aksaray'da bulunan ve volkanik kökenli olan Hasan Dağı'nın yeniden aktifleştiği iddiası yayılmıştır. Ancak Aksaray Valiliği tarafından yapılan açıklamada, Hasan Dağı'nın TÜBİTAK ve AFAD tarafından desteklenen bir proje kapsamında 5 adet GPS istasyonu ve farklı sensörlerle "anlık" olarak takip edildiği belirtilmiştir. Yapılan takip çalışmaları sonucunda Hasan Dağı'nda herhangi bir volkanik faaliyet veya olumsuz durum tespit edilmediği ifade edilmiştir (İletişim Başkanlığı, 2023g).

"İstanbul Havalimanı'nın İnşaat ve Zeminine İlişkin" İddialar (25-26 Şubat 2023)

Kahramanmaraş merkezli depremlerden sonra sosyal medya üzerinde İstanbul Havalimanı hakkında çeşitli asparagas haberler yayılmıştır. Bu haberlerde, havalimanının zemin etüdünün yapılmadığı, inşaat sırasında ihmallerin olduğu ve olası bir depremde büyük hasar alacağı iddiaları yer almıştır. Ancak İletişim Başkanlığı tarafından yapılan açıklamada, İstanbul Havalimanı'nın yapım aşamasında zemin etüdü çalışmalarının yapıldığı ve bu süreçte alanında uzman ve saygın profesörlerden destek alındığı belirtilmiştir. Ayrıca, yapılan açıklamada İstanbul Havalimanı'nın olası bir depremde deprem yükünü karşılayabileceği ve hava operasyonlarının aksamayacağı vurgulanmıştır. Kamuoyuyla paylaşılan bu bilgilerle, sosyal medyada dolaşan asparagas haberlerin gerçek

dışı olduğu ve İstanbul Havalimanı'nın depreme karşı güvenli bir yapı olduğu açıklığa kavuşturulmuştur (İletişim Başkanlığı, 2023h).

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın çıkış noktasını, genellikle coğrafi konuların sadece doğal afet zamanında gündeme gelmesi, ancak belirli bir süre sonra güncelliğini yitirmesine yönelik sorunlar oluşturmaktadır. Deprem bilincinin sağlanmasında coğrafi bilgilerin ve coğrafya dersinin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, coğrafi kavramlar (*coğrafya, coğrafya dersi, coğrafya eğitimi, fay hattı, jeoloji, zemin, zemin sivilaşması, deprem büyüklüğü, deprem şiddeti ve afet eğitimi*) depremden bir ay önce ve bir ay sonra Twitter paylaşımlarında önemli bir artış göstermiştir. Tüm kavramların etkileşim sayılarında kayda değer bir artış yaşanmasına rağmen özellikle fay hattı, zemin sivilaşması, deprem büyüklüğü ve deprem şiddeti gibi kavramlar oransal olarak büyük artışlar göstermiştir. Depremlerden bir ay önce ve bir ay sonra gerçekleşen Tweet farkları incelendiğinde coğrafya, fay hattı, jeoloji ve zemin kavramlarındaki farklar dikkat çekicidir. Bu bulgular, coğrafi kavramların doğal afetlerden sonra önemli ölçüde daha fazla etkileşim aldığını göstermektedir.

Deprem uzmanları Prof. Dr. Naci Görür, Prof. Dr. Övgün Ahmet Ercan ve Prof. Dr. Cenk Yalıtırak'ın depremden bir ay önce ve bir ay sonra yaptıkları paylaşımların etkileşim ve görüntülenme sayıları incelendiğinde, depremden sonra bu uzmanların daha fazla etkileşim aldığı görülmüştür. Özellikle depremden sonra uzmanların paylaşımlarının daha fazla ilgi gördüğü ve insanların bilgi edinmek ve sorularını sormak için aktif bir şekilde etkileşimde bulunduğu tespit edilmiştir. Örneğin, Prof. Dr. Naci Görür'ün etkileşim sayısı %1712 artmış ve 3.773.320 etkileşim elde etmiştir. Bu bulgular, deprem öncesinde bilim insanlarının daha az etkileşim aldığını, ancak deprem sonrasında insanların daha fazla bilgi edinmek için etkileşimde bulunduğunu göstermektedir.

Araştırmada ayrıca depremler sonucunda sosyal medyada yayılan yanlış veya asparagas haberlere de değinilmiştir. Depremler sonucunda sosyal medyada hızla yayılan yanıltıcı coğrafi temelli haberler ve dezenformasyon önemli bir sorun olmuştur. Örneğin, *Hasan Dağı'nda volkanik hareketlilik başladı* iddiası gibi asılsız ve coğrafi gerçeklerle bağdaşmayan haberlerin yayılmasına neden olmuştur. İletişim Başkanlığı ve ilgili kurumlar bu yanıltıcı haberlere karşı mücadele etmiş ve gerçekleri kamuoyuyla paylaşmıştır. Deprem sonrasında asılsız veya bilimle bağdaşmayan coğrafi haberler zaman zaman ülkemizin gündemini oluşturacak kadar etkili bir rol oynamaktadır. Sonuçlar, coğrafi kavramların deprem sonrasında daha fazla ilgi gördüğünü, deprem uzmanlarının paylaşımlarının etkileşimlerinin arttığını ve sosyal medyada yayılan asparagas haberlere karşı coğrafi bilincin artırılarak mücadele edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, vatandaşların coğrafi bilgilerinin artırılmasına yönelik bilgilendirici eğitim faaliyetleri düzenlenmesi gerekmektedir.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

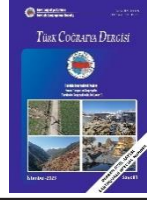
Yazar katkısı/Author contribution: Çalışmanın kavramsal

çerçevesi S.Y. tarafından tasarlanmıştır. Veriler ve analizler E.A.K. tarafından düzenlenmiştir. İlk yazım S.Y. tarafından yapıldı ve daha sonra E.A.K. tarafından okunmuş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. *The conceptual framework of the study was designed by S.Y. Data gathering and analysis were organized by E.A.K. The initial writing was done by S.Y. and then read by E.A.K.*

Kaynakça




- Ağralı, Ö., & Aydın, Ö. (2021). Tweet Classification and Sentiment Analysis on Metaverse Related Messages. *Journal of Metaverse*, 1(1), 25-30.
- Ağralı, Ö., Sökün, H., & Karaarslan, E. (2022). Twitter data analysis: Izmir earthquake case. *Journal of Emerging Computer Technologies*, 2(2), 36-41.
- Aksa, F. I., Utaya, S., Bachri, S., & Handoyo, B. (2020). Investigating the role of geography education in enhancing earthquake preparedness: Evidence from Aceh, Indonesia. *GEOMATE Journal*, 19(76), 9-16. <https://doi.org/10.21660/2020.76.90006>
- Aksoy, B., & Sözen, E. (2014). Lise öğrencilerinin coğrafya dersindeki deprem eğitimine ilişkin görüşlerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (Düzce ili örneği). *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 279-297.
- Alam, E. (2020). Earthquake hazard knowledge, preparedness, and risk reduction in the Bangladeshi readymade garment industry. *Sustainability*, 12(23), 10147. <https://doi.org/10.3390/su122310147>
- Aydın, S. (2019). Determination of Prospective Science Teachers' knowledge levels about earthquake. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 1(1), 28-31.
- Başbüyük, A. (2004). Yetişkinlerde deprem bilgisi ve etkili faktörlerin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 161(1), 215-218.
- Biricik, A. S., & Korkmaz, H. (2001). Kahramanmaraş'ın depremselliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 3, 53-82.
- Bruns, A., Burgess, J., Crawford, K., & Shaw, F. (2011). *Crisis communication on Twitter in the 2011 South East Queensland floods: Report addressing the use of social media services during national disasters, with a focus on the Queensland Police Force's use of twitter*. ARC Centre of Excellence for Creative Industries and Innovation.
- Cambridge Dictionary. (2023). *Catastrophe*. Cambridge Dictionary. <https://dictionary.cambridge.org/tr/s%C3%B6zl%C3%BCk/ingilizce/catastrophe>
- Cho, S. E., Jung, K., & Park, H. W. (2013). Social media use during Japan's 2011 earthquake: How Twitter transforms the locus of crisis communication. *Media International Australia*, 149(1), 28-40. <https://doi.org/10.1177/1329878X1314900>
- Crooks, A., Croitoru, A., Stefanidis, A., & Radzikowski, J. (2013). # Earthquake: Twitter as a distributed sensor system. *Transactions in GIS*, 17(1), 124-147. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2012.01359.x>

- Çakar, Ö. (2008). *İlköğretim 5. Sınıf sosyal bilgiler dersinin deprem bilinci geliştirmedeki rolüne dair öğretmen görüşleri*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Demirci, A., & Yıldırım, S. (2015). İstanbul'da ortaöğretim öğrencilerinin deprem bilincinin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 45(207), 89-118.
- Demirkaya, H. (2007). İlköğretim 5. 6. ve 7. Sınıf öğrencilerinin depreme yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(3), 37-49.
- Fetih, L., & Gülay, H. (2011). The effect of earthquake awareness development program (EADP) on 6 years old children. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 663-678.
- Gülay, H. (2010). An earthquake education program with parent participation for preschool children. *Educational Research and Reviews*, 5(10), 624.
- İletişim Başkanlığı. (2023). *Asrın Felaketi: 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/turkce/haberler/detay/iletisim-baskanliginca-asrin-felaketi-06-subat-2023-kahramanmaras-depremleri-kitabi-yayimlandi/>
- İletişim Başkanlığı. (2023a). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/10-subat-bulten.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023b). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/11-subat-bulten.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023c). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/13-14-subat-bulten-%281%29.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023d). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/14-15-subat-bulten.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023e). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/19-20-subat-bulten.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023f). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/23-24-subat-bulten.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023g). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/24-25-subat-bulten-2.pdf>
- İletişim Başkanlığı. (2023h). *Dezenformasyon bülteni*. T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı. <https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/25-26-subat-bulten.pdf>
- Johnston, D., Tarrant, R., Tipler, K., Coomer, M., Pedersen, S., & Garside, R. (2011). Preparing schools for future earthquakes in New Zealand: Lessons from an evaluation of a Wellington school exercise. *Australian Journal of Emergency Management, The*, 26(1), 24-30.
- Kahramanmaraş'ta 7,7 ve 7,6 büyüklüğünde deprem. (2023a, Nisan 18). NTV. <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/kahramanmaras-a-7-7-ve-7-6-buyuklugunde-deprem,xtleVqws3U2nqOinmtTDIA>
- Owen, J. (2005, Nisan 05). *Tsunami family saved by schoolgirl's geography lesson*. National Geographic News. https://ceasdev.uchicago.edu/sites/ceas.uchicago.edu/files/uploads/sti2013_arehart_nationalgeographic_tillysmith_tsunami.pdf
- Öcal, A. (2007). İlköğretim aday öğretmenlerinin deprem bilgi düzeyleri üzerine bir araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 104-110.
- Öztürk, M. K. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının deprem deneyimleri üzerine bir araştırma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(28), 308-319.
- Rapor: Depremin Türkiye ekonomisine maliyeti 150 milyar dolar. (2023b, Nisan 18). NTV. <https://www.ntv.com.tr/ntvpara/rapor-depremin-turkiye-ekonomisine-maliyeti-150-milyar-dolar,UUKGaWDRUikZseMHFa0kw>
- Raza, M., Awais, M., Ali, K., Aslam, N., Paranthaman, V. V., Imran, M., & Ali, F. (2020). Establishing effective communications in disaster affected areas and artificial intelligence based detection using social media platform. *Future Generation Computer Systems*, 112, 1057-1069. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.06.040>
- Roos, D. (2020, Nisan 12). *The 2004 Tsunami Wiped Away Towns With "Mind-Boggling" Destruction*. History. <https://www.history.com/news/deadliest-tsunami-2004-indian-ocean>
- Tekindal, M., Özden, S. A., & Tekindal, M. A. (2022). Sosyal medya analizi sosyal hizmet tweetlerinde COVID-19. *Ufku Ötesi Bilim Dergisi*, 22(1), 72-83. <https://doi.org/10.54961/uobild.1136565>
- Tuncer, N., Sözen, Ş., & Sakar, Ş. (2021). Okul öncesi eğitimde deprem farkındalığı: Deprem benden küçüksün" projesi, Tokat ili örneği. *International Journal of Educational Spectrum*, 3(1), 1-27.
- Vartanian, T. P. (2010). *Secondary data analysis*. Oxford University Press.
- Wang, Y., & Taylor, J. E. (2018). Coupling sentiment and human mobility in natural disasters: A Twitter-based study of the 2014 South Napa Earthquake. *Natural Hazards*, 92, 907-925. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3231-1>
- Wang, Z., & Ye, X. (2018). Social media analytics for natural disaster management. *International Journal of Geographical Information Science*, 32(1), 49-72. <https://doi.org/10.1080/13658816.2017.1367003>



Ortaokul öğrencilerine yönelik deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirme çalışması

Earthquake literacy scale development study for secondary school students

Kevser Arslan ^{a*} , Aslı Görgülü Arı ^b , Meryem Hayır Kanat ^c 

^a Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye.

^b Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye.

^c Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: K.A.0000-0003-0658-7175; A.G.A.0000-0002-6034-3684; M.H.K.0000-0002-3190-3144

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 30.03.2023

Kabul/Accepted: 05.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Afet
Deprem
Okuryazarlık
Ölçek geliştirme
Ortaokul

Keywords:

Disaster
Earthquake
Literacy
Scale development
Secondary school

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(K. Arslan) arslankevser96@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1274001



Atıf/Citation:

Arslan, K., Görgülü An, A., & Hayır Kanat, M. (2023). Ortaokul öğrencilerine yönelik deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirme çalışması. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 163-178.

<https://doi.org/10.17211/tcd.1274001>

ÖZ / ABSTRACT

Bu çalışmada, ortaokul öğrencilerine yönelik geçerli ve güvenilir bir deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, karma araştırma yöntemlerinden keşfedici sıralı karma yöntem deseni temel alınarak yürütülmüştür. Çalışma amacına uygun olarak, farklı sınıf seviyelerinden 510 ortaokul öğrencisi örneklem grubu olarak seçilmiştir. Hazırlanan ölçeğin taslak formu, uzman görüşlerine sunulmuş ve bazı maddeler çıkarılmış ve dil/uygunluk kontrolleri yapılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda son halini alan 60 maddelik taslak ölçek formunun pilot uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında elde edilen veriler SPSS ve LISREL programları kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler, açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizlerine tabi tutulmuş, Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve faktörler arasındaki korelasyon değerleri incelenmiştir. Ölçeğin üç boyutlu bir yapıya sahip olduğu, ölçek yapısının ve uyum değeri modellerinin doğrulandığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı 0,896 olarak bulunmuştur. Çalışma kapsamında, ortaokul öğrencilerine yönelik, 26 maddeden oluşan beşli likert tipinde bir "Deprem Okuryazarlığı Ölçeği" geliştirilmiş, geçerlilik ve güvenilirlik test edilmiştir.

This study aimed to develop a valid and reliable earthquake literacy scale for secondary school students. The research was conducted based on the exploratory sequential mixed method design, one of the mixed research methods. In accordance with the purpose of the study, 510 secondary school students from different grade levels were selected as the sample group. The draft form of the prepared scale was submitted to expert opinions, some items were removed and language/appropriateness checks were made. Pilot application of the 60-item draft scale form, which was finalized in line with expert opinions, was carried out. The data obtained after the application was analyzed using SPSS and LISREL programs. The data were subjected to exploratory and confirmatory factor analyses, Cronbach Alpha internal consistency coefficient was calculated and correlation values between factors were examined. It has been revealed that the scale has a three-dimensional structure and the scale structure and fit value models have been confirmed. Additionally, Cronbach's Alpha internal consistency coefficient was found to be 0,896. Within the scope of the study, a five-point Likert-type "Earthquake Literacy Scale" consisting of 26 items was developed for secondary school students and its validity and reliability were tested.

Extended Abstract

Introduction

Earthquakes, as highlighted by Wei et. al., (2020), stand out as one of the most devastating natural disasters. The potential for earthquakes to result in severe material and psychological losses, coupled with the uncertainty of when and where they will occur, further exacerbates the risks associated with these events (Aksoy, 2013; Yılmaz, 2012). The impact of earthquakes extends beyond individual experiences, encompassing significant property damage and loss of life on a global scale (Emaliyawati et. al., 2022; Karabulut & Bekler, 2019). Moreover, earthquakes can pose a substantial economic burden for countries (Sawada & Takasaki, 2017; Şahin & Kılınc, 2016).

It is well known that individuals who undergo the ordeal of an earthquake face various psychological challenges, including anxiety and depression, with differing effects observed across different age groups (Bikar et al., 2021; Jung & Han, 2022). While it may not be possible to completely eliminate the destructive consequences of earthquakes, their impact can be mitigated through precautionary measures and post-earthquake responses. Effective earthquake education and awareness play a crucial role in achieving this goal, particularly when imparted to young students who represent the future of society (Mızrak, 2018; Musacchio et al., 2016).

The significance of earthquake education lies in equipping students with the necessary knowledge and skills to adopt appropriate behaviors and attitudes in the face of an earthquake, thereby creating a safer environment for themselves. Students should be familiarized with proper safety measures and know how to position themselves correctly both at home, in the classroom, and in outdoor settings. This requires effective training that imparts the required knowledge and skills. To tailor earthquake education to students' needs, it is important to assess their earthquake awareness, knowledge levels, preparedness, and perspectives. Developing a measurement tool, such as a scale, can prove invaluable in planning earthquake education programs and addressing any knowledge gaps among students. Thus, the development of an earthquake literacy scale for secondary school students is a significant contribution that can enrich the existing literature. In light of the above, the aim of this study was to create a valid earthquake literacy scale for secondary school students.

Data and Method

The study was conducted within the framework of the exploratory sequential design pattern, one of the mixed research methods. Within the framework of the research; In the first stage, an item question pool for the scale was created based on the literature, and in the next stage, a draft form of the measurement tool was prepared within the scope of the question pool created. In the final stage, factor analyses, reliability coefficient calculations, item analyzes and correlation analyzes were applied. Efforts were made to align the scale development process with relevant literature, drawing inspiration from previous studies (Deveci & Çepni, 2015; DeVellis & Thorpe, 2021; Kong et al., 2019; Teke & Sözbilir, 2021; Zhou, 2019) to inform the steps taken in this current study.

The research was conducted with secondary school students attending four public schools in Istanbul during the 2022-2023 academic year. The study group comprised a total of 510 students representing each grade level at the secondary school level. Data were collected from the participants through face-to-face administration in the classroom environment. The collected data were then analyzed using SPSS and LISREL programs. Initial data cleaning procedures were performed in the SPSS program to identify and address any missing data, ensuring that the dataset was suitable for analysis. Subsequently, Barlett's Test and Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) analyses were conducted, followed by exploratory factor analysis. During the EFA process, items with factor loadings above 0,40 were retained, and items exhibiting a load difference of at least 0,10 across multiple factors were removed after rotation (Büyüköztürk, 2019; Şeker & Gençdoğan, 2014). Based on the conducted analyses, a total of 32 items were deemed in appropriate and subsequently excluded from the scale. Confirmatory factor analysis was then conducted to validate the factor loadings and assess the fit indices of the scale items. Finally, Cronbach's Alpha internal consistency coefficient was calculated for the entire scale and its sub-dimensions to assess its reliability.

Results and Discussion

After obtaining the study data, exploratory and confirmatory factor analyses were conducted. Through exploratory factor analysis, it was revealed that the scale comprises a three-factor structure, consisting of a total of 26 items. The factor loadings of the scale items ranged from 0,491 to 0,807. Specifically, the first factor exhibited loadings ranging from 0,491 to 0,770, the second factor ranged from 0,551 to 0,806, and the third factor ranged from 0,631 to 0,807. Reliability coefficients were calculated for each sub-factor of the scale. The cognitive dimension, representing the first sub-factor, demonstrated a reliability coefficient of 0,731. The second sub-factor, reflecting the behavioral dimension, exhibited a reliability coefficient of 0,865. Finally, the affective dimension, representing the third sub-factor, displayed a high reliability coefficient of 0,950. Furthermore, confirmatory factor analysis yielded excellent or acceptable fit indices, indicating that the scale adequately measures the intended constructs. In conclusion, the developed scale is a 5-point likert-type instrument comprising 26 items, organized into three factors. It has demonstrated a satisfactory Cronbach's Alpha internal consistency coefficient of 0,896.

1. Giriş

Dünya varoluş sürecinden beri birçok doğa olayına tanıklık etmiştir. Bu süreç içerisinde meydana gelen depremler, volkanik patlamalar ve fırtınalar, insan yaşamında olumsuz sonuçlara yol açtığından afet olarak kabul edilmektedir (Karakuş, 2014; Ertek, 2016). Doğal afetler grubu içerisinde en yıkıcı olan afetlerin başında depremler gelmektedir (Wei vd., 2020). Depremler, dünya üzerinde ciddi oranda mal kayıplarına ve ölümlere neden olmakla beraber (Emaliyawati vd., 2022; Karabulut & Bekler, 2019; Aksoy, 2013; Yılmaz, 2012) ülkeler için ciddi ekonomik sorunlara da yol açabilmektedir (Sawada & Takasaki, 2017; Şahin & Kılınc, 2016).

Türkiye, Alp-Himalaya deprem kuşağındaki sismik açıdan aktif bir bölgede konumlanması nedeniyle sık sık yıkıcı depremlerin etkisi altında kalmaktadır (Öztürk vd., 2008; Taymaz vd., 2007; Tsapanos & Burton, 1991; Walters vd., 2014). Son yüzyılda Türkiye’de kaydedilen 7 ve üzeri büyüklükte olan 19 yıkıcı depremde 100 binden fazla insan hayatını kaybetmiştir (AFAD, 2023). Doğu Anadolu Fay Hattında meydana gelen 6 Şubat 2023 tarihli merkez üssü Pazarcık (Kahramanmaraş) ve Elbistan (Kahramanmaraş) olan iki deprem (Mw 7,8 ve Mw 7,7) 9 saat ara ile aynı gün içerisinde ardışık olarak meydana gelmiş ve yakın tarihli afetler arasında yerini almıştır (İTÜ, 2023). Bu depremler, Türkiye’nin bir deprem ülkesi olduğunu, deprem bilimi ve farkındalığı çalışmalarının ülkede ne kadar önemli olduğunu bir kez daha acı bir şekilde hatırlatmıştır.

Deprem, bireyler özelinde de çok sayıda probleme neden olmaktadır. Depremi yaşayan bireylerin anksiyete ve depresyon olmak üzere çok sayıda psikolojik problem yaşama riskinin mevcut olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu etkiler, farklı yaş gruplarındaki bireylerde, farklı sonuçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Bikar vd.,2021; Jung & Han, 2022). Çocuklarda kaygı bozukluğu, uyku düzensizliği, akran iletişimde bozulma; yetişkinlerde uyku ve yeme bozuklukları, depresyon, travmatik etkiler, stres bozukluğu, saldırganlık, endişe gibi farklı tepkiler ortaya çıkabilmektedir (Azzollini vd., 2018; Cankardaş & Sofuoğlu, 2019; Girardi vd., 2020). Deprem yol açtığı psikolojik sıkıntılardan en fazla ergen bireyler etkilenmektedir (Aksoy, 2013; Bhadra, 2022; Pascapurnama vd.,2018). Deprem etkisi, bu yaş grubundaki bireylerde, ruhsal bozukluklar ve depresif tepkiler şeklinde kendini gösterebilmektedir (Cheng vd., 2018; Felix vd., 2011; Özkan & Çetinkaya-Kutun, 2021).

Deprem verebileceği hasarı tamamen ortadan kaldırmak imkânsız olsa da; verilecek eğitimler ile deprem öncesi, deprem süreci ve deprem sonrasında bilinçli davranışların geliştirilmesi depremin olumsuz etkilerini azaltabilir. Emaliyawati vd. (2022) afetlerle başa çıkmanın en önemli eksik yanı olarak, yönetim ve hazırlık konusunda halkın bilgisinin olmamasını göstermektedir. Geçmiş deneyimlerden yararlanarak öğretmek, yapılabilecek tatbikatlarla algı kazandırmak, risk yönetiminin sürdürülebilir olmasını sağlamak, hazırlık konusunda farkındalık yaratmak, depremin etkilerinden sakınma konusunda bilgi ve becerileri kazandırabilmek, toplumun tüm kesimlerine aktarım sağlamak, iyileştirme çalışmaları yapmak, bireyleri bilinçlendirmek bu süreçlerde önem kazanmaktadır (Asharose vd., 2015; Aydın & Coşkun, 2010; Azad vd., 2020; Johnston vd., 2011; Lin & Lee, 2022; Panic vd., 2013; Ronan & Towers, 2014).

Toplumun geleceği olarak görülen erken yaş grubundaki öğrencilere bilinç oluşturabilecek bir eğitimin verilmesi büyük önem taşımaktadır (Mızrak, 2018; Musacchio vd., 2016). Öğrencilerin farkındalıklarını ve bilinç seviyelerini arttıran, deprem sırasında güvenli bir ortam sağlamaları noktasında yapabileceklerini anlatan destekleyici eğitimler planlanması gerekmektedir (Basnet, 2020; Değirmenci, Kuzey & Yetişensoy, 2019; Jung & Han, 2022; Karabulut & Bekler, 2019; Tekin & Dikmenli, 2021; Tuncer vd., 2021). Bu süreçte ilk ve ortaöğretim düzeyinde verilecek eğitimler ön plana çıkmaktadır (İnal vd., 2018). Bu açıdan ortaokul düzeyindeki öğrencilere dönük olarak depreme ait Sosyal Bilgiler ve Fen Bilimleri ders programlarında yer alan kazanımlar incelenmiştir. Depremle ilişkilendirilebilecek Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler derslerinde yer alan kazanımlara (MEB, 2018) Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, depreme yönelik yer verilen Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler derslerine ait program kazanımları görülmektedir. Fen Bilimleri dersi kapsamında bulunan kazanımların 5. sınıf düzeyinde olduğu görülmektedir. Yer verilen kazanımların, doğa olaylarının açıklanmasına ve korunma yollarına yönelik olduğu anlaşılmaktadır. Sosyal Bilgiler’deki ders kazanımlarına ise 4., 5. ve 7.sınıf düzeylerinde yer verildiği görülmektedir. Afetlere yönelik hazırlık yapma, oluşum nedenlerinin sorgulanması, toplum yaşantısı üzerine etkilerinin incelenmesi ve çözümlerine yönelik fikir üretilmesine ait kazanımlar programda yer almaktadır (MEB, 2018).

Literatürde deprem konusunda yapılan ölçme aracı geliştirme çalışmalarına rastlanmaktadır. Demirkaya(2007) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen deprem tutum ölçeği, 40 maddeden oluşmaktadır ve güvenilirlik iç tutarlılık katsayısı 0,73 değerindedir. Başka bir çalışmada ise deprem sonrası travma düzeyini belirleme ölçeği ortaya konulmuştur. Ölçeğe ait güvenilirlik iç tutarlılık katsayısı ise 0,87 değerindedir (Tanhan & Kayri, 2013). Ayrıca Bal & Akgül (2023) tarafından deprem kaygısını ölçmeye yönelik bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Ölçek 34 maddeden oluşmakta ve 0,87 güvenilirlik kat sayısına sahiptir. Karaşin vd.,(2023), yetişkin bireylerin depreme yönelik tutumlarını ortaya koymayı amaçlayan bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçek, 4 faktörlü yapıda 41 sorudan oluşan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Başka bir ölçek geliştirme çalışması da, üniversite öğrencilerinin deprem bilgi düzeylerinin tespit edilmesine yönelik hazırlanmış bir ölçektir. Söz konusu deprem bilgi ölçeği 19 maddeden oluşan üç boyutlu bir yapıdadır (Genç & Sözen, 2022). Yine benzer biçimde üniversite öğrencileri için hazırlanan sürdürülebilir deprem farkındalık ölçeği 22 maddeden oluşan üç boyutlu bir yapıya sahip olup, iç tutarlılık katsayısı 0,884 değerindedir (Genç & Sözen, 2021).

Tablo 1. Depremle ilişkilendirilebilecek Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler dersi kazanımları.

Table 1. Science and Social Studies acquisitions that can be related to earthquakes.

DersAdı	İnifSeviyesi	Kazanım No	KazanımAçıklaması
Fen Bilimleri	5	F.5.6.3.1.	Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar
		F.5.6.3.2.	Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.
Sosyal Bilgiler	4	SB.4.3.6.	Doğal afetlere yönelik gerekli hazırlıkları yapar.
	5	SB.5.3.4.	Yaşadığı çevredeki afetlerin ve çevre sorunlarının oluşum nedenlerini sorgular.
	5	SB.5.3.5.	Doğal afetlerin toplum hayatı üzerine etkilerini örneklerle açıklar.
	7	SB.7.7.4.	Arkadaşlarıyla birlikte küresel sorunların çözümüne yönelik fikir önerileri geliştirir.

Güngörmüş vd., (2023) ise bireylerin deprem öncesi ve deprem sırasında yapacaklarına ilişkin hazır bulunuşluluk düzeylerini, bilgi ve davranış yönüyle ayrı ayrı değerlendirebilen geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmişlerdir.

Öğrencilerin depreme karşı, gerek ev ortamında, gerek sınıf ortamında, gerekse dış ortamlarda uygun korunma yollarını bilmesi ve uygun pozisyonunu alabilmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda gereken bilgi ve becerinin kazandırılması ancak etkin ve etkili bir eğitimle sağlanabilecektir. Öğrencilere uygun bir deprem eğitimi öncesi atılabilecek ilk adım, öğrencilerin deprem farkındalıkları, bilgi düzeyleri, hazır bulunuşlukları ve depreme yönelik bakış açılarının belirlenmesi olabilecektir. Bu noktada öğrencilerde tespit edilen eksikliklerin giderilmesi ve depremin etkilerini azaltmaya yönelik bir deprem eğitiminin planlanabilmesi için uygun bir ölçme aracı geliştirmek değerli olacaktır. Literatürde var olan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda; bireylerin depreme ait kaygı, travma, tutum, farkındalık ve bilgi düzeylerini ortaya koyabilecek ölçme araçlarına ulaşılmıştır. Ancak ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilmiş bir deprem okuryazarlığı ölçeğine rastlanmamıştır. Bu bakımdan literatürde ortaokul düzeyinde bir ölçeğe ihtiyaç duyulduğunu ifade etmek mümkündür. Geliştirilecek bu ölçekle öğrencilerin depreme uygun davranış sergilemeleri ve tutumda bulunmaları ölçülebilir. Ayrıca kendilerine güvenli bir ortam oluşturabilmeleri noktasında deprem eğitiminin başarısını ortaya koyabilecek ve deprem okuryazarlığını ölçebilecek bir ölçme aracının varlığının önemli olduğu düşünülmektedir. Mevcut çalışmada geliştirilen, deprem okuryazarlığı ölçme aracı ile bu ihtiyacın giderilebileceği düşünülmüştür. Bu doğrultuda hazırlanan ölçek ile ortaokul öğrencilerinin depreme ait bilgi düzeylerini, davranış ve duyu durumlarını ortaya koyabilecek bir ölçeğin, alan yazın açısından önemli bir araştırma çıktısı olması beklenmektedir. Hazırlanan ölçeğin araştırmacı ve eğitimciler açısından faydalı olabileceğide beklenen sonuçlar arasındadır. Buradan hareketle bu çalışmada geliştirilen Deprem Okuryazarlığı Ölçeği, geçerli ve güvenilir sonuçlar vermekte midir? araştırma sorusuna yanıt aranmıştır.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma, geçerli ve güvenilir bir deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, karma araştırma yöntemlerinden keşfedici sıralı karma yöntem deseni çerçevesinde yürütülmüştür. Bu süreç nitel aşamayla başlayıp, devamında nicel aşamaya geçilmesi sürecidir ve bu süreçte nitel veriler toplanıp analiz edilir, ardından nicel yöntemler ile devam edilir. Keşfedici sıralı tasarım deseninden bir ölçme aracı geliştirilmesi sürecinde yararlanılabilmektedir. İlk aşamada keşif, ikinci aşamada ölçme aracı geliştirme ve üçüncü aşamada ölçme aracını örnekleme uygulayarak test edeceği üç aşamalı bir süreçtir (Creswell & Creswell, 2021). Araştırma çerçevesinde; ilk aşamada alan yazından yola çıkılarak ölçeğe ait madde soru havuzu oluşturulmuştur, sonraki aşamada oluşturulan soru havuzu kapsamında ölçme aracının taslak formu hazırlanmıştır. Son aşamada ise açılımlı faktör analizleri, doğrulayıcı faktör analizleri, Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı hesaplamaları ve korelasyon analizleri uygulanmıştır. Çalışmada takip edilen keşfedici sıralı karma yöntem deseni basamaklarına Şekil 1'de yer verilmiştir (Açıkgül vd.,2023;Creswell & Creswell, 2021; Çermik & Akçay, 2020; Ding vd., 2023; Luo, 2023; Ramazanoğlu vd., 2022).

Şekil 1 incelendiğinde, bu çalışmada kullanılan keşfedici sıralı karma yöntem deseni basamakları görülmektedir. Bu desende ilk aşamada nitel veriler toplanarak analiz edilmiştir. Analizler sonrasında elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak oluşturulan taslak form öğrencilere ölçme aracı olarak uygulanarak nicel veriler toplanmıştır. Öğrenci yanıtlarından elde edilen veriler istatistik programına aktarılmıştır ve ortaya konulan veriler analiz edilmiştir. Analiz sürecinde açılımlı ve doğrulayıcı faktör analizlerinden yararlanılarak ölçeğin geçerliliği; Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak ise ölçeğin güvenirlik değerlendirilmiştir.



Şekil 1.Keşfedici sıralı karma yöntem deseni basamakları.

Figure 1. Exploratory sequential mixed methods design steps.

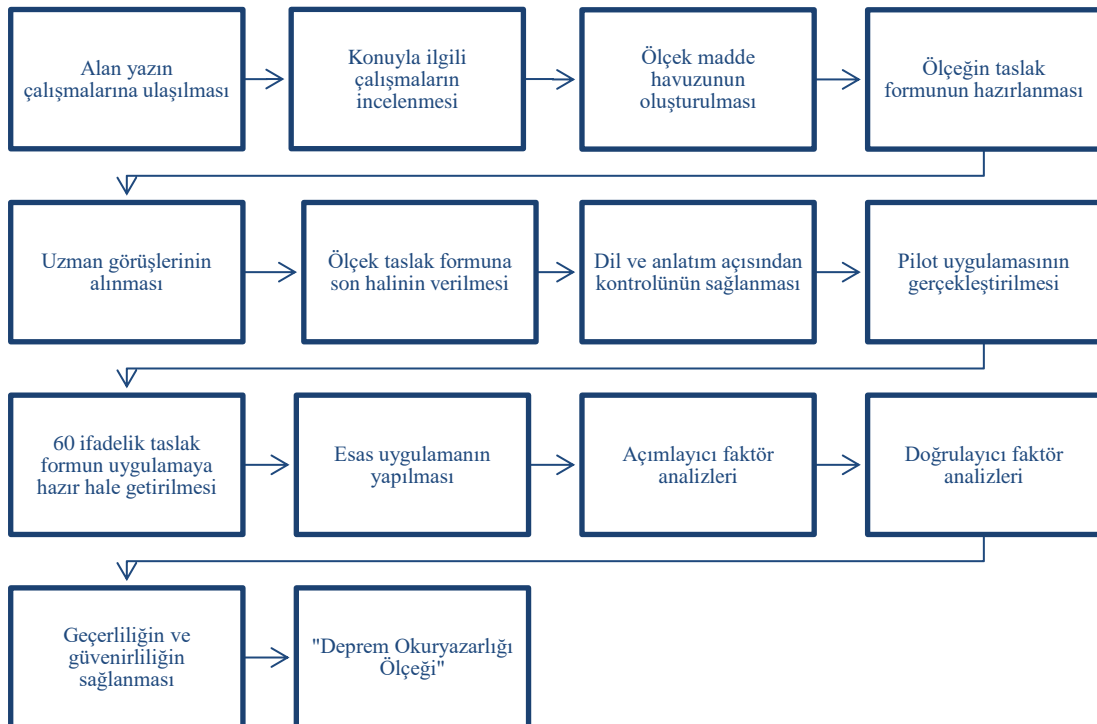
2.2. Araştırma Süreci ve Ölçme Aracının Tasarlanması

Ölçek geliştirme çalışmasına ait süreç, alanyazındaki ölçek geliştirme çalışmaları temel alınarak (Deveci & Çepni, 2015; DeVellis & Thorpe, 2021; Kong vd., 2019; Teke & Sözbilir, 2021; Zhou, 2019) şekillendirilmiştir ve mevcut çalışmada takip edilen ölçek geliştirme basamakları oluşturulmuştur. Bu doğrultuda çalışmanın her bir aşaması Şekil 2’de sunulmuştur.

Şekil 2 incelendiğinde, deprem okuryazarlığı ölçeğinin geliştirilme sürecine ait basamaklar görülmektedir. İlk aşamada konu alanına ait gerçekleştirilen detaylı bir alan yazın taramasında, afet ve depremlere yönelik yazılan makale, tezler ve ölçme araçları incelenmiştir. Ayrıca sosyal bilgiler ve fen bilimleri kazanımları dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda alan uzmanı üç araştırmacı tarafından ölçek maddeleri hazırlanmıştır. Ölçek maddelerinin hazırlanma aşaması bilişsel, duyuşsal ve davranışsal hedefleri kapsayacak alt boyutlar temel alınarak yazılmıştır. Ölçek maddeleri; deprem öncesi, deprem sonrası deprem sonrası süreçleri dikkate alınarak yazılmıştır. Bu süreçlere ait korunma yolları, alınması gereken tedbirler ve temel bilgiler göz önünde bulundurularak maddeler oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçek için öncelikle 85 ölçek maddesi hazırlanmıştır. Gerçekleştirilecek faktör analizleri sonucunda, madde sayısının azalabileceği göz önünde bulundurularak, mümkün olduğunca fazla maddeye yer vermeye çalışılmıştır. Hazırlanan maddeler; 1 Coğrafya alan uzmanı, 1 Sosyal Bilgiler alan eğitimcisi, 1 Çevre Bilimci, 1 Fen Bilimleri alan eğitimcisi tarafından değerlendirilmiştir. Alan uzmanları tarafından değerlendirilen taslak ölçekte yer alan maddelerden 15 maddede düzenlemeler yapılmıştır ve 25 madde taslak formdan çıkarılmış, sonuç olarak 60 ifadenin yer aldığı bir madde havuzu elde edilmiştir. Sonraki aşamada ölçek maddeleri iki dil uzmanı aracılığıyla, dil ve anlatım açısından kontrol edilmiştir. Ölçek maddelerinde yer alan gereksiz ve uygun olmayan sözcükler çıkarılmış, yanlış anlamda kullanılan

sözcükler değiştirilmiş ve gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. Sonrasında ise 60 ifadeden oluşan taslak form, çalışmanın hedef kitlesini karşılayabilecek ortaokul düzeyinde 30 öğrenciye uygulanarak pilot uygulaması gerçekleştirilmiş, ana uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Böylelikle taslak formun öğrenciler tarafından tahmini cevaplama süresi ve anlaşılabilirliği belirlenmiştir.

Taslak formun 5’li likert tipte hazırlanması ve her bir maddenin derecelendirilmesi; “1: kesinlikle katılmıyorum”, “2: katılmıyorum”, “3: kararsızım”, “4: katılıyorum” ve “5: kesinlikle katılıyorum” şeklinde oluşturulmuştur. Ayrıca ölçeğe ait amaç ve bilgileri açıklayan kısa ve öz bir yönerge taslak forma eklenmiştir. Gerçekleştirilen ana uygulama sonrasında elde edilen verilerin açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Açıklayıcı faktör analizi sırasında ölçekte yer verilecek ve çıkarılacak maddelere karar verilmiştir. Ölçek maddelerinden 0,40 üzerinde faktör yüküne sahip maddelerin ölçekte kalması uygun görülmüştür (Şeker & Gençdoğan, 2014; Yong & Pearce, 2013). Bununla beraber birden fazla faktöre dağılan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Gerçekleştirilen faktör analizi işlemi sonucunda 32 madde ölçekten çıkarılmıştır. Son aşamada ölçekte kalan maddelerin dağılım gösterdiği faktörler ve maddelerin benzerlikleri ve farklılıkları incelenmiştir. İncelemeler sonucunda; bir faktör altında depreme yönelik bilgi içerikli maddelerin, bir faktör altında deprem sürecine ait sergilenen davranışları içeren maddelerin, diğer bir faktörde ise deprem sürecine ve sonuçlarına ait bireylerin hissettikleri duygu durumlarını barındıran maddelerin toplandığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda faktörlerin bilişsel, davranışsal ve duyuşsal hedefleri karşılayan maddelerin bir araya geldiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ölçekte yer alan faktörlerin isimlendirilmesi; bilişsel boyut, davranışsal boyut ve duyuşsal boyut şeklinde yapılması uygun görülmüştür. Faktörlerin isimlendirilmesi aşaması, faktörleri oluşturan maddelerin içerik kapsamı göz önünde bulundularak tamamlanmıştır.



Şekil 2. Deprem okuryazarlığı ölçeğinin geliştirilme basamakları.

Figure 2. Steps for the development of the earthquake literacy scale.

Sonraki aşamada elde edilen 26 maddelik üç boyutlu yapının doğrulanması amacıyla, doğrulayıcı faktör analizi işlemi gerçekleştirilmiştir. Doğrulan 3 faktörlü yapıya sahip ölçeğe son hali verilmiş ve ölçeğe ait yönerge yeniden düzenlenmiştir. Sonuç olarak geçerliliği ve güvenilirliği sağlanan deprem okuryazarlığı ölçeği ortaya konulmuştur. Ortaya konulan ölçekten alınabilecek en az puan 26; en yüksek puan 130 değerindedir. Ölçekte yer alan her bir maddeye ait puansal değer, minimum 1 ve maximum puan 5 değerindedir. Elde edilen puan değerlerini yüksek puan, ortanca puan ve düşük puan biçiminde yorumlanmıştır. Literatür baz alınarak (Belen, 2020), 26-60 puan aralığı düşük, 61-99 puan aralığı orta ve 100-130 puan aralığı yüksek değer anlamında ifade edilmiştir.

2.3. Çalışma Grubu

Bu araştırma, İstanbul'daki 4 devlet okulunda öğrenim gören ortaokul öğrencileriyle 2022-2023 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Araştırma grubu, her ortaokul sınıf seviyesinden eşit sayıda olmak üzere toplamda 510 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma grubunun seçiminde kolay ulaşılabılır örnekleme yöntemi tercih edilmiştir, bu sayede araştırma sürecine hız ve pratiklik kazandırılmıştır. Araştırmacı, erişimi kolay ve yakın olan bir örneklem grubunu seçme yolunu benimsemiştir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Örneklem grubunun sayısı, madde sayısının beş katı kadar bir örneklemin kullanılmasının uygun olacağı literatürde belirtilmiştir (Bryman & Cramer, 2001; Seçer, 2018; Sönmez & Alacapınar, 2016). Doğrulayıcı faktör analizi için ise uygun örneklem büyüklüğünün 150 ve üzerinde olması beklenmektedir (Muthen & Muthen, 2002). Bu doğrultuda ölçeğin taslak formunda yer alan madde sayısının 60 olması ve beş katı örnekleme karşılayan 310 kişinin yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan doğrulayıcı faktör analizinde 200 kişilik bir örneklem grubuyla çalışılması, örneklem büyüklüğünü karşıladığını göstermektedir. Bununla beraber 26 maddeyle gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi için ise 200 öğrencinin yeterli olduğu açıktır. Hem açımlayıcı faktör analizi hem doğrulayıcı faktör analizi açısından yeterli sayıda örneklem grubuna erişilmiştir.

2.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri, katılımcı ortaokul öğrencilerinden sınıf ortamında yüz yüze bir biçimde toplanmıştır. Veriler, 2022 Aralık ayı içerisinde elde edilmiştir. Formların uygulanması öncesindeki süreçte öğrencilere gerekli açıklamalar yapılmış ve formun doldurulmasına yönelik bilgiler verilmiştir. Verilerin güvenliğinin sağlanacağı, başka bir yerde kullanılmayacağı ve katılımcıların kendi fikirlerini rahatça ifade edebilmelerinin önemi belirtilmiştir. Ayrıca veri toplama sürecinde öğrencilere herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

2.5. Veri Analizi

Katılımcılardan elde edilen veriler, SPSS ve LISREL programlarının kullanıldığı analiz süreciyle değerlendirilmiştir.

İlk olarak, veriler SPSS programına aktarılarak eksik verilerin tespiti ve veri setinin analize uygun hale getirilmesi sağlanmıştır. Veri setinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin $-1,96$ ile $+1,96$ aralıklarında; mod, medyan ve ortalama değerlerinin ise birbirine yakın değerlerde yer alması (Can, 2022), normallik varsayımlarını nasıl sağlandığına işaret etmektedir. Barlett's Testi ve Kaiser Mayer Olkin (KMO) analizleride uygulanmıştır.

Kaiser Mayer Olkin (KMO) değeri, ölçek geliştirme sırasında analizlerinin devam edilmesi noktasında, örneklem büyüklüğünün yeterliliğine işaret etmektedir (Seçer, 2018). Ayrıca veri setinin açımlayıcı faktör analizine uygun olup olmadığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Pallant, 2020). Örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu yargısına varılması için, elde edilen KMO değerinin en az 0,70 olması ve hatta 0,80 değerini aşabilmesi beklenmektedir (Seçer, 2017). Can (2020) tarafından benzer biçimde, KMO değerinin 0,50 ve 0,70 aralığıda yeterli değerde; 0,70 üzerinde iyi bir değerde olduğu anlamı taşıdığı ifade edilmektedir. Bu nokta çalışmada elde edilen KMO değeri (0,906>0,70), örneklemin yeterli olduğunu göstermektedir. Örneklemin yeterli olduğunun belirlenmesi sonrasında, açımlayıcı faktör analizi (AFA) gerçekleştirilmiştir, bu analizde faktör yük değeri 0,40 üzerinde olan maddeler kabul edilmiştir. Dik döndürme tekniklerinden biri olan varimax döndürme işleminden yararlanılarak açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu tür döndürmenin genellikle faktörleri daha belirgin biçimde ayırması gerekçesiyle kullanılması önerilmektedir (Can, 2022). Dolayısıyla faktörlerin net bir biçimde ortaya konulması ve maddelerin dağılımlarının sağlanması açısından varimax döndürme işlemi tercih edilmiştir. Döndürme işlemi yapılarak birden fazla faktöre ait maddelerin faktörler arasındaki yük farkının en az 0,10 olduğu maddeler çıkarılmıştır (Büyükköztürk, 2019; Şeker & Gençdoğan, 2014). Analizler sonucunda, ölçekten toplamda 32 maddenin çıkarılması uygun bulunmuştur. Açımlayıcı faktör analizinin tamamlanmasının ardından, faktör yükleri ve alt boyutların doğrulanması için doğrulayıcı faktör analizine geçilmiştir. İkinci örneklem grubundan elde edilen veri seti, LISREL programına aktarılarak doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda, ölçek maddelerinin faktör yükleri ve uyum indeksleri doğrulanmış, ölçeğin tamamı ve alt boyutları için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak güvenilirlik değerleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesi için faktörlerin korelasyon değerleri hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Bu kısımda, deprem okuryazarlığı ölçeğinin geliştirilmesi sürecinde gerçekleştirilen veri analizlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Açımlayıcı faktör analizi öncesinde gerçekleştirilen Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Barlett testi sonuçlarına Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. KMO ve Barlett Testi sonuçları.

Table 2. KMO and Barlett Test results.

KMOKat Sayısı		0,906
Barlett Testi Sonuçları	Ki-kare Değeri	4055,710
	Serbestlik Derecesi	325
	Anlamlılık (sig)	0,000

Tablo 2'de, veri setine ait Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçları bulunmaktadır. KMO değerinin 0,906 olduğu görülmektedir. Bartlett testi ise ki-kare değerinin 4055,710 olduğunu ve serbestlik derecesinin 325 olduğunu göstermektedir ($p < .001$). Bu sonuçlar, ölçek veri setinin açımlayıcı faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir.

Açımlayıcı faktör analizi sürecinde yapılan döndürme işlemi sonucunda çıkarılan maddelerin ardından, döndürülmüş bileşen matrisinden elde edilen öz değer istatistiklerine Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3'te, açımlayıcı faktör analizi sonucunda açıklanan toplam varyans oranlarının yüzdelik değerleri yer almaktadır.

Tablo 3. Ölçeğe ait özdeğerleri.

Table 3. Eigenvalues of the scale.

Başlangıç Özdeğerleri			
Faktörler	Toplam	Açıklama Varyans (%)	Kümülatif(%)
1	6,847	26,336	26,336
2	4,617	17,758	44,093
3	2,764	10,630	54,724

Başlangıç özdeğerlerine göre, 26 ölçek maddesinin 1'den büyük özdeğerlere sahip olan 3 faktör altında gruplandırıldığı görülmektedir. Ölçek maddeleri, toplam varyansın %54,724'ünü açıklamaktadır. Her bir faktörün açıkladığı varyans oranları sırasıyla %26,336, %17,758 ve %10,630'dur.

Açımlayıcı faktör analizi sonrasında elde edilen faktörlerin çizgi grafiğine Şekil 3'te yer verilmiştir.

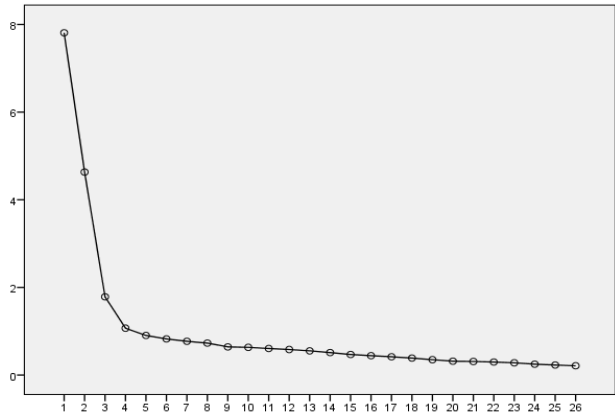
Şekil 3 incelendiğinde, özdeğer çizgisinin belirgin bir kırılma noktası olduğu ve buradan sonra eğrinin yatay bir şekle dönüştüğü görülmektedir. Bu durum, ölçeğin 3 faktörlü bir yapıya uyumlu olduğunu göstermektedir.

Açımlayıcı faktör analizi sonrasında, her bir maddeye ait faktörlere ve madde yüklerine ilişkin veriler Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Ölçek maddelerine ve faktörlere ait faktör yük değerleri.

Table 4. Factor loading values of scale items and factors.

Ölçek Maddeleri	Faktör Yükleri		
	1	2	3
Evime yakın deprem toplanma bölgesini bilirim.	0,607		
Depreme okulda yakalanmışsam, sınıfta alacağım pozisyonu bilirim.	0,770		
Deprem toplu hayatı üzerindeki etkilerini örneklerle açıklayabilirim.	0,638		
Deprem sonrasında ihtiyacım olabilecek ilkyardım bilgisine sahibim.	0,491		
Deprem, bir doğa olayı olduğunu bilirim.	0,726		
Afet bilinci olmadan gerçekleşen yapılaşmalar depremde can ve mal kaybına neden olacağını savunurum.	0,642		
Afet toplanma alanlarının krokisini çizebilirim.		0,694	
Aile bireylerimizle haberleşebileceğimiz iletişim araçlarını oluşturabilirim.		0,551	
Deprem çantamı kolay ulaşabileceğim bir yerde hazır bekletirim.		0,711	
Deprem çantası hazırlayabilirim.		0,698	
Deprem sırasında uygun pozisyonu alacağım eşyayı belirleyebilirim.		0,631	
Deprem sırasında "çök-kapan-tutun" yöntemini uygulayabilirim.		0,806	
Depreme sonrasında zarar görebileceğim yapılardan uzak dururum.		0,779	
Deprem anında ve sonrasında asansör kullanırım.*		0,777	
Deprem olduğunda "hayat üçgeni" oluşturan bir yere sığınabilirim.		0,582	
Aile bireyleri ile buluşma planımızı oluşturabilirim.		0,588	
Aile bireylerim ile afet planımızı yapabilirim.		0,584	
Küçük bir deprem bile yaşasam endişem artar.			0,807
Deprem olma riski uykularımı kaçıtır.			0,760
Deprem yaşama riski bende kaygı bozukluğu yaratır.			0,747
Her an deprem yaşama riski günlük hayatımı olumsuz etkiler.			0,711
Büyüklerimden deprem hikâyeleri dinlemek kendimi kötü hissettirir.			0,705
Deprem yaşama ihtimali sosyal yaşantımı kötü etkiler.			0,693
Depremle ilgili bir haber okuduğumda kendimi kötü hissederim.			0,677
Deprem yaratacağı yıkımlar beni korkutur.			0,640
Deprem olma riski beni endişelendirir.			0,631



Şekil 3. Çizgi (ScreePlot) Grafiği.

Figure 3. Line (ScreePlot) Plot.

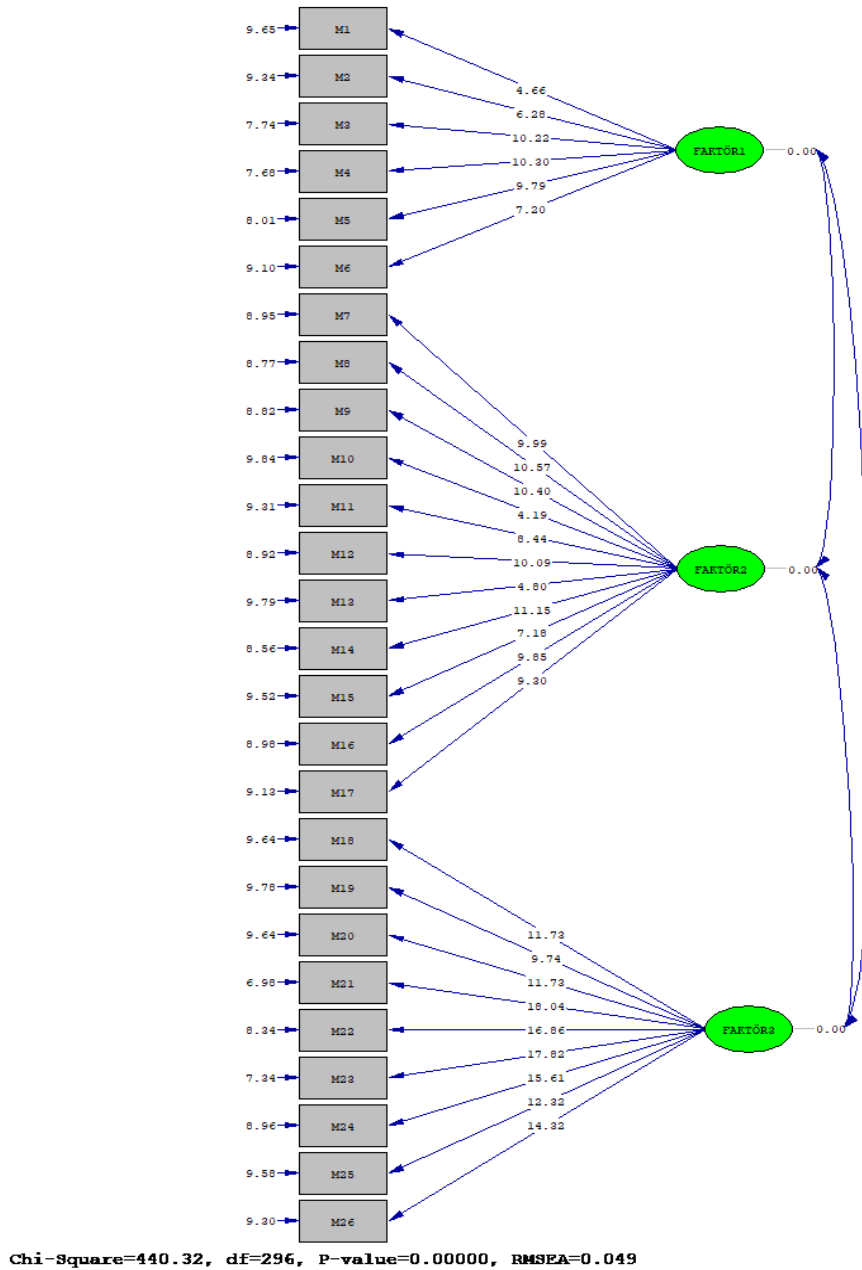
Tablo 4 incelendiğinde, gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi sonrasında her bir ölçek maddesine ve yer aldığı faktöre ait yük değerleri görülmektedir. Ölçekte yapılan açımlayıcı faktör analizi sonrasında toplam 26 ifadenin yer aldığı ve ölçme aracının üç faktörlü yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ölçekte yer alan maddelere ilişkin faktör yüklerinin 0,491 ile 0,807 arasında olduğu görülmektedir. Birinci faktöre ait 0,491 ile 0,770 arasında, ikinci faktöre ait 0,551 ile 0,806 arasında, üçüncü faktör ise 0,631 ile 0,807değiştigi belirlenmiştir.

Örtük yapısı, açımlayıcı faktör analizi ile belirlenen ölçeğin yapı geçerliliğinin doğrulanması noktasında yapılan doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda elde edilen t değerlerine Şekil 4'te yer verilmiştir.

Şekil 4'te, doğrulayıcı faktör analizinden elde edilen t değerleri verilmiştir. Şekilde alt boyutlar ve ölçek maddeleri arasında kırmızı bir ok olmadığı ve t değerlerinin 4,66 ile 18,04 arasında değiştiği görülmektedir. Birinci faktöre ait t değerleri 4,66 ile 10,30 arasında, ikinci faktöre ait t değerleri 4,19 ile 11,15 arasında ve üçüncü faktöre ait t değerleri ise 9,74 ile 18,04 arasında yer almaktadır.

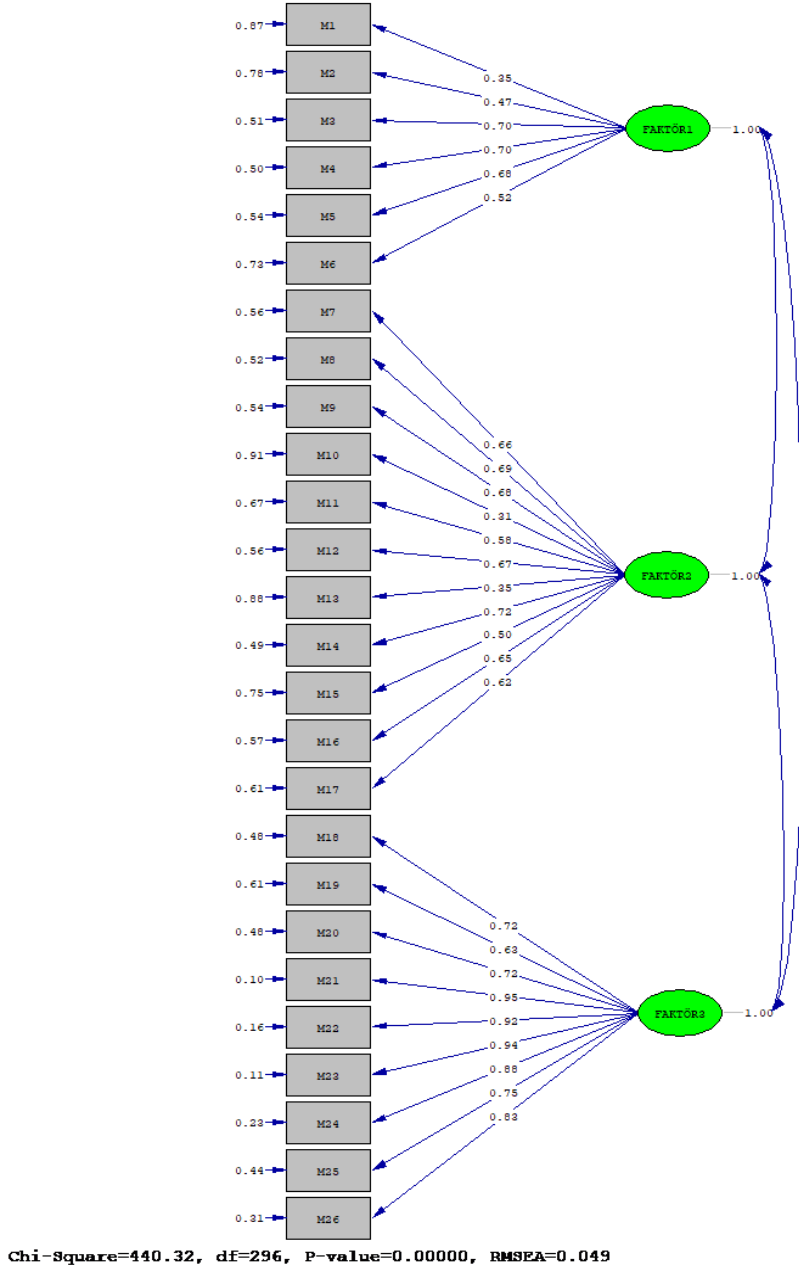
Doğrulayıcı faktör analizinde elde edilen ölçek ifadelerine ait yük değerlerine ve yol haritasına Şekil 5'te yer verilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde, doğrulayıcı faktör analizinden elde edilen ölçek ifadelerinin yük değerlerine yer verilmektedir. Ölçekte bulunan madde yük değerleri 0,35 ile 0,95 arasında değişmektedir.



Şekil 4. Doğrulayıcı faktör analizi t değerleri yol haritası.

Figure 4. Confirmatory factor analysis t-values roadmap.



Şekil 5. Doğrulayıcı faktör analizi madde yükleri yol haritası.

Figure 5. Confirmatory factor analysis item loads roadmap.

Birinci faktöre ait madde yükleri 0,35 ile 0,70 arasında, ikinci faktöre ait madde yükleri 0,31 ile 0,72 arasında ve üçüncü faktöre ait madde yükleri ise 0,63 ile 0,95 arasında yer almaktadır.

Analiz sonrasında, DFA model uyum indeks değerleri (Seçer, 2018) incelenmiş ve sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5'de doğrulayıcı faktör analizinden elde edilen uyum indeks değerlerine yer verilmektedir. Uygunluk indeksleri, ölçek ifadelerinin mükemmel bir uyum veya kabul edilebilir bir uyum sergilediğini göstermektedir. χ^2/df , NNFI, IFI, CFI, RMSEA, RMR değerleri mükemmel uyuma işaret ederken, AGFI, GFI ve NFI değerleri kabul edilebilir bir model uyumunu göstermektedir.

Ölçeğin güvenilirliğini değerlendirmek için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları hesaplanmış ve Tablo 6'da ölçeğin alt

boyutlarına ve tümüne ait Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı değerleri sunulmuştur.

Tablo 6 incelendiğinde, ölçeğin geneline ve her bir faktöre ait hesaplanan güvenilirlik kat sayısı değerleri görülmektedir. Ölçeğin tümüne yönelik Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısının 0,896 değerinde olduğu anlaşılmaktadır. Ölçeğin birinci alt faktörü olan bilişsel boyuta ait güvenilirlik katsayısının 0,731, ikinci alt faktörü olan davranışsal boyuta ait güvenilirlik katsayısının 0,865 ve üçüncü alt faktörü olan duyuşsal boyuta ait güvenilirlik katsayısının ise 0,950 değerinde olduğu ortaya konulmaktadır. Ölçekte yer alan faktörler arasındaki ilişkiyi ifade eden Pearson korelasyon katsayı değerleri Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 7 incelendiğinde, ölçeğin alt faktörleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Her bir faktörün birbirleriyle zayıf ve orta düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişkiler içinde olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 5. Ölçekten elde edilen DFA model uyum indeks değerleri.**Table 5.** CFA model fit index values obtained from the scale.

Uyum İndeksi	Sonuç	Yorum
χ^2 /sd	1,48	Mükemmel Uyum
NNFI	0,95	Mükemmel Uyum
IFI	0,95	Mükemmel Uyum
CFI	0,95	Mükemmel Uyum
GFI	0,85	Kabul Edilebilir Uyum
NFI	0,85(0.90)	Kabul Edilebilir Uyum
AGFI	0,85	Kabul Edilebilir Uyum
RMSEA	0,049	Mükemmel Uyum
RMR	0,053	Mükemmel Uyum

Tablo 6. Faktörler ve ölçeğin tamamına ait güvenilirlik katsayıları.**Table 6.** Factors and reliability coefficients of the whole scale.

FaktörAdı	MaddeSayısı	Cronbach Alfa DeğerleriKatsayısı (α)
Bilişsel	6	0,731
Davranışsal	11	0,865
Duyuşsal	9	0,950
Toplam	26	0,896

Tablo 7. Faktörler arasındaki korelasyon değerleri.**Table 7.** Correlation values between factors is.

Faktörler	Bilişsel	Duyuşsal	Davranışsal
Bilişsel	1	0,537**	0,142**
Duyuşsal	0,537**	1	0,199**
Davranışsal	0,142**	0,199**	1

**p<0.01, r= Pearson Korelasyon Katsayısı

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, ortaokul öğrencileri için güvenilir ve geçerli bir deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirmeyi hedeflenmiştir. Ölçek madde havuzu oluşturma sürecinde; literatür çalışmalarının detaylı bir şekilde incelendiği mevcut makaleler, ilişkilendirilebilecek ölçme araçları, bildiriler ve benzer nitelikteki akademik araştırmalar titizlikle analiz edilmiştir.

Ölçekte yer alacak maddelerin sayısının, madde havuzunda bulunan maddelerin üç-dört katı kadar olması gerektiği dikkate alınmıştır. Analizler sonucunda, güvenilirliği ve geçerliliği yeterli düzeyde olmayan maddelerin dışlanacağı önemsenmelidir (DeVellis, 2017; Şeker & Gençdoğan, 2014). Madde havuzunda yer alan ifadelerin oluşturulmasında, alan yazın taramasından sıkça yararlanıldığı ve mevcut ölçek geliştirme çalışmalarının içerik analizlerinde kullanıldığı tespit edilmiştir (Acar-Güvendir & Özer-Özkan, 2015; Şahin & Boztunç Öztürk, 2018). Ayrıca, madde havuzundaki ifadelerin geçerliğini sağlamak için uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Benzer şekilde, mevcut çalışmalarda kapsam geçerliliğini sağlamak için uzman görüşlerine başvurulması gerekliliği vurgulanmıştır (Erkuş, 2010; Karakoç & Dönmez, 2014; Yurdugül, 2005). Her bir ölçek ifadesinin puanlanabilmesi amacıyla likert tipinde olmasına karar verilmiştir. Bu tür ölçekler, güvenilirlik sağlama, uygulama kolaylığı, puanlama esnekliği ve istatistiksel analizlerde etkinlik gibi avantajlara sahiptir (Şeker & Gençdoğan, 2014).

Ölçek taslak formu 300 üzerinde ortaokul düzeyinde bir örneklem grubuna uygulanmıştır. Benzer biçimde eğitim alanındaki incelenen ölçek geliştirme çalışmalarının çoğunda 300 ve üzerindeki örneklem grubuyla çalışıldığı ortaya konulmaktadır (Güvendir & Özer Özkan, 2015; Gül & Sözbilir, 2015; Şahin & Boztunç Öztürk, 2018). Bu doğrultuda çalışma çerçevesinde yeterli seviyede örneklem grubuna ulaşıldığını söylemek mümkündür. Uygulama sonrasında açılımcı faktör analizine geçilmeden önceki aşamada Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi gerçekleştirilmiştir. Büyüktürk (2019) tarafından mevcut testler ile verilerin faktör analizine uygunluğu tespit edilmektedir. Yapılan ölçek geliştirme çalışmaları örneklem yeterliliğinin ortaya konulmasında KMO ve Barlett testlerinin ihtiyacı karşıladığını göstermektedir (Gül & Sözbilir, 2015). Sonraki aşamada gerçekleştirilen yapı geçerliliği analizleriyle ölçek maddelerine karar verilebilmiştir (İlhan vd.,2013). Yapı geçerliliğinin sağlanması sırasında gerçekleştirilen açılımcı faktör analizinde varimax döndürme işleminden faydalanılmıştır. Aynı şekilde yapılan ölçeklerin yapı geçerliliği rotasyonları incelendiğinde, özellikle varimax döndürme işlemine başvurulduğu belirlenmiştir (Gül & Sözbilir, 2015). Worthington & Whittaker (2006) ise açılımcı faktör analizinin madde çıkarma ve bırakma noktasında yaygın olarak kullanıldığına, faktör yükleri ile binişik yük değerlerini çoğunlukla dikkate aldığına işaret etmiştir.

Gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi sürecinde maddelerin faktör yükleri ve dâhil oldukları faktörler dikkate alınarak eleme işlemi tamamlanmıştır. Öte yandan madde eleme/tutma ölçütleri irdelendiğinde, yarısından fazlasında çapraz/binişik yüklerin de dikkate alındığının ortaya konulması (Gül & Sözbilir, 2015), mevcut çalışmayı desteklemektedir. Üç faktör altında toplanan maddelere ait varyans oranının %54,724 olarak tespit edilmesi, ölçme aracına ait varyans oranının yeterli düzey olduğunun göstergesidir. Her bir faktöre ait açıklanan varyans değerinin gereken oranda olduğu da tespit edilmiştir (Çokluk vd.,2010). Bununla beraber üç faktöre dağılan yük değerlerinin 0,552 ile 0,794 arasında değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla faktör yüklerinin 0,40 üzerinde olması, ölçme aracında yer alan tüm maddelerinin oldukça iyi bir değere sahip olduğunun kanıtıdır (Seçer, 2017).

Açımlayıcı faktör analizi sonrasında ortaya konulan üç faktörlü 23 maddelik bir yapının doğrulanması önemli olabilecektir. Aynı şekilde Yaşlıoğlu (2017) geliştirilmiş bir ölçme aracının doğrulayıcı faktör analizi aracılığıyla doğrulanmış olması, ölçme aracının geçerliğini kanıtladığını vurgulamaktadır. Buradan hareketle gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonrasında; faktör yüklerinin 0,30 üzerinde olması, t-değerlerinin 1,96'dan yüksek olması ve uyum indekslerinin kabul edilebilir bir değerlerde olması ölçek yapısının doğrulandığının bir göstergesidir (Çokluk vd.,2010; Seçer, 2018). Yapısı doğrulanmış ölçeğin güvenilirlik değerinin tespit edilmesinde Cronbach Alfa katsayısından yararlanılmıştır. Likert tipteki ölçeklerde sıklıkla Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısının kullanılması uygun görülebilmektedir (Çakır, 2019). Çalışmada geliştirilen ölçme aracına ait hesaplanan Cronbach Alpha katsayısı değeri 0,879 olarak saptanmıştır. Bu doğrultuda ölçme aracının yüksek derecede güvenilirliğinin kanıtlandığı ve maddelerin birbiriyle tutarlılık içerisinde olduğu anlaşılmaktadır (Yıldız & Uzunsakal,

2018). Diğer yandan birçok ölçek geliştirme çalışmalarında Cronbach Alpha katsayısı değerinden faydalandığı incelenen araştırmalarca ortaya konulmaktadır (Acar-Güvendir & Özer-Özkan, 2015; Çüm & Koç, 2013; Delice & Ergene, 2015; Gül & Sözbilir, 2015; Şahin & Boztunç Öztürk, 2018). Bununla beraber ölçekte yer alan her bir boyutun birbirleriyle var olan ilişkisinin orta seviyede olması, faktörlere ilişkin amacın hedeflenen noktada olduğu göstermektedir.

Özetle çalışma çerçevesinde ortaokul öğrencilerine yönelik bir deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirilmiş, ölçme aracının geçerliliği ve güvenilirliği ortaya konulmuştur. Geliştirilen deprem okuryazarlığı ölçeğine ait bilgilere Tablo 8'de yer verilmiştir.

Tablo 7 incelendiğinde, ölçeğin 3 faktörlü, 26 maddeye sahip bir 5'li Likert tipinde ölçek olduğu ve Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısının 0,896 olduğu görülmektedir. Ölçekten alınabilecek en düşük puanın 26, en yüksek puanın ise 130 olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin güvenilirlik ve geçerlik değerleri hesaplanmış ve son hali Ek.1'de sunulmuştur.

Araştırma sonuçlarına dayanarak, Deprem Okuryazarlığı Ölçeği'nin geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiştir. Bu ölçek kullanılarak ortaokul öğrencileri üzerinde çeşitli bilgilendirme ve bilinçlendirme çalışmaları sonrasında, bu çalışmaların başarıları ölçülebilir. Bireylerin deprem okuryazarlık düzeyleri belirlenerek, öğrencilere uygun eğitim ve öğretim planları oluşturulabilir. Ayrıca, öğrencilerin deprem okuryazarlık puanlarının farklı değişkenler üzerindeki etkisi incelenebilir. Nicel verilerin yer aldığı çalışmalar için katılımcılarla görüşmeler yapılarak, deprem okuryazarlığı puanlarına destek sağlayabilecek faktörler araştırılabilir. Özellikle bu çalışmalar ile deprem konusunda daha bilinçli ve hazırlıklı bir toplumun oluşturulmasına katkının sağlanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 8. Deprem okuryazarlığı ölçeğine ait genel özellikler.

Table 8. General features of the earthquake literacy scale.

Ölçek Adı	Deprem Okuryazarlığı
Ölçek Türü	Geliştirme
Likert Tip	5'li Likert
Madde Sayısı	26
Faktör Sayısı	3 Faktör
Güvenirlik Değeri	0,896
Ölçekten Alınabilecek Puanlar	26-130

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest :

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar katkısı/Author contribution :

Çalışma konsepti ve tasarımı K.A., A.G.A. ve M.H.K. tarafından yapılmıştır. K.A. tarafından veriler toplanmış ve yorumlanması yapılmıştır. Yazım kısmı K.A., A.G.A. ve M.H.K tarafından yapıldığı daha sonradan A.G.A. tarafından da okunmuş, en son gerekli düzeltmeler M.H.K. tarafından yapılmıştır. *Study concept and design by K.A., A.G.A. and M.H.K. Made by. K.A. Data were collected and interpreted by. The writing part is K.A., A.G.A. and M.H.K and later A.G.A. It was also read by, the last necessary corrections were made by M.H.K. made by.*

Kaynakça

- Acar Güvendir, M., & Özer Özkan, Y. (2015). Türkiye'deki eğitim alanında yayımlanan bilimsel dergilerde ölçek geliştirme ve uyarlama konulu makalelerin incelenmesi. *Electronic Journal of Social Sciences*,14(52), 23-33. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/70627>
- Açıkgül, K., Şad, S. N., & Altay, B. (2023). Spatial Ability Test For University Students: Development, Validity And Reliability Studies. *International Journal Of Assessment Tools In Education*, 10(1), 76-97. <https://doi.org/10.21449/ijate.1102435>
- AFAD. (2023). Deprem. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://deprem.afad.gov.tr/last-earthquakes>

- Aksoy, B. (2013). Depremi yaşamış olan 9. sınıf öğrencilerinin "Deprem" kavramına yönelik algılarının nitel açıdan incelenmesi. *Journal of World of Turks*, 5(1), 247-265. <http://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423939291.pdf>
- Asharose, Saizen, I., & Sasi, P.K.C.(2015). Awareness workshop as an effective tool and approach for education in disaster risk reduction: A case study from Tamil Nadu India. *Sustainability*, 7(7), 8965-8984. <https://doi.org/10.3390/su7078965>
- Aydın, F., & Coşkun, M. (2010). Observation of the students' "earthquake" perceptions by means of phenomenographic analysis (Primary education 7th grade-Turkey). *International Journal of the Physical Sciences*, 5(8), 1324-1330.
- Azad, M. A. K., Uddin, M. S., Zaman, S., & Ashraf, M. A. (2019). Community-based disaster management and its salient features: A policy approach to people-centred risk reduction in Bangladesh. *Asia-Pacific Journal of Rural Development*, 29(2), 135-160. <https://doi.org/10.1177/1018529119898036>
- Azzollini S., Depaula P.D., Cosentino A.C., & Bail Pupko V.(2018). Applications of psychological first aid in disaster and emergency situations: its relationship with decision making. *Athens Journal of Social Sciences*, 5(2), 201-213. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/176309/CONICET_Digital_Nro.d7f4c90c-12a4-4a7c-8c84-4ddcdee0df57_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Bal, F., & Akgül, Ö. (2023). Deprem kaygısı ölçeği geliştirme çalışması. *The Journal of Academic Social Science*, 139(11), 77-96. <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.68461>
- Basnet, B. K. (2020). Earthquake and its impacts on education: Aftemath Nepal Quake 2015. *The European Educational Researcher*, 3(3), 101-118. <https://doi.org/10.31757/euer.332>
- Belen, B. (2020). *Ortaöğretim öğrencilerinin sürdürülebilir çevre hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarının belirlenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bhadra, S. (2022). *Psychosocial support for protection of children in disasters*. In Deb, S. (Eds.), *Child Safety, Welfare and Well-being*. (pp. 1-602). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9820-0_26
- Bikar, S. S., Rathakrishnan, B., Kamaluddin, M. R., Che Mohd Nasir, N., & Mohd Nasir, M. A. (2021). Social sustainability of post-disaster: how teachers enable primary school students to be resilient in times of Ranau earthquake. *Sustainability*, 13(13), 7308. <https://doi.org/10.3390/su13137308>
- Bryman, A., & Cramer, D. (2001). *Quantitative data analysis with spss release 10 for windows*. Routledge.
- Büyükköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: istatistik, araştırma deseni spss uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Can, A. (2022). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (10. baskı). Pegem Atıf İndeksi.
- Cankardaş S., & Sofuoğlu Z., (2019). Deprem ya da yangın deneyimlemiş kişilerde sarsıntı sonrası Stres bozukluğu belirtileri ve belirtilerin yordayıcıları. *Turkish Journal of Psychiatry*, 30(3), 151-156. <https://doi.org/10.5080/u23613>
- Cheng J., Liang Y., Fu L., & Liu Z.(2018). Posttraumatic stress and depressive symptoms in children after the Wenchuan earthquake, *European Journal of Psychotraumatology*, 9(1), 1472992, 1-12. <https://doi.org/10.1080/20008198.2018.1472992>
- Creswell, J.W., & Creswell, J.D. (2021). *Araştırma tasarımı: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (5. baskı) (E. Karadağ, Çev.). Nobel Yayınları.
- Çakır, Y. (2019). *İlköğretim matematik derslerinde mobil öğrenmenin kullanımına ilişkin öğrenci tutumlarına yönelik ölçek geliştirme çalışması* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Çermik, E., & Akçay, B. (2020). Çevresel vatandaşlık bilgi testinin geliştirilmesi ve ortaokul öğrencilerinin bilgi düzeylerinin belirlenmesi, *Turkish Studies-Education*, 15(2), 731-750. <https://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.42112>
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyükköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik spss ve lisrel uygulamaları*. Pegem Yayınları.
- Çüm, S., & Koç, N. (2013). Türkiye’de psikoloji ve eğitim bilimleri dergilerinde yayımlanan ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarının incelenmesi. *Journal of Educational Sciences & Practices*, 12(24), 115-135.
- Değirmenci, Y., Kuzey, M., & Yetişensoy, O. (2019). Sosyal bilgiler ders kitaplarında afet bilinci ve eğitimi. *E-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 33-46. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.591345>
- Delice, A., & Ergene, Ö. (2015). Ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarının incelenmesi: Matematik eğitimi makaleleri örneği. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 3, 60-75. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2160898>
- Demirkaya, H. (2007). İlköğretim 5. 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin depreme yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (3), 38-49.
- Deveci, İ., & Çepni, S. (2015). Development of entrepreneurship scale towards student teachers: a validity and reliability study. *Journal of Human Sciences*, 12(2), 92-112. <http://dx.doi.org/10.14687/ijhs.v12i2.3240>
- DeVellis, R. F. (2017). *Ölçek geliştirme kuram ve uygulamalar* (T. Totan, Çev.). Nobel Akademi.
- DeVellis, R. F., & Thorpe, C. T. (2021). *Scaled development: Theory and applications*. Sage publications.

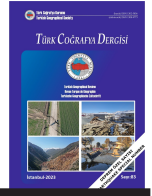
- Ding, C., Lammert, C., Fulmer, G. W., Hand, B., & Suh, J. K. (2023). Refinement of an instrument measuring science teachers' knowledge of language through mixed method. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5(1),12. <https://doi.org/10.1186/s43031-023-00080-7>
- Emaliyawati, E., Satiadi, D., Sutini, T., Jamaludin, H. N. N., Khofifah, I. N., Manika, L. R., & Siagian, E. T. (2022). The effect of disaster education of increasing earthquake disaster preparedness: A narrative review. *Jurnal Keperawatan Komprehensif (Comprehensive Nursing Journal)*, 8(4),568-576. <https://doi.org/10.33755/jkk.v8i4.407>
- Erkuş, A. (2010). Psikometrik terimlerin Türkçe karşılıklarının anlamları ile yapılan işlemlerin uyumsuzluğu. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 1(2), 72-77. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/65986>
- Ertok, A., (2016). Türkiye'de Doğal Afetler. In Kanat, M.H. (Ed), *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği* (ss. 169-218). Nobel Akademi.
- Felix E., Hernandez L.A., Bravo M., Ramirez R., Cabiya J., & Canino G.(2011). Natural disaster and risk of psychiatric disorders in Puerto Rican children. *Journal of Abnormal Child Psychol*, 39(4), 589-600. <https://doi.org/10.1007/s10802-010-9483-1>
- Genç, M., & Sözen, E. (2022). Deprem bilgi düzeyi ölçeği: geliştirilmesi, geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 2745-2781. <https://doi.org/10.29299/kefad.1049922>
- Genç, M., & Sözen, E. (2021). The sustainable scale of earthquake awareness, development, validity and reliability study. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 11(1), 24-41. <https://doi.org/10.18497/iejeegreen.794680>
- Girardi F.J., Miconi D., Lyke C., & Rousseau C. (2020), Creative expression workshops as Psychological First Aid (PFA) for asylum seeking children: An exploratory study in temporary shelters in Montreal. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 25(2), 483-493. <https://doi.org/10.1177/1359104519891760>
- Gül, Ş., & Sözbilir, M. (2015). Fen ve matematik eğitimi alanında gerçekleştirilen ölçek geliştirme araştırmalarına yönelik tematik içerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 85-102. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2015.4070>
- Güngörmüş, Z., Karacan, E., & Sapçı, E. (2023). Bireylerin depreme ilişkin hazıroluşluk ölçeği: bir ölçek geliştirme çalışması. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.54862/pashid.1232054>
- İlhan, N., Şekerci, A. R., Sözbilir, M., & Yıldırım, A. (2013). Eğitim araştırmalarına yönelik öğretmen tutum ölçeğinin geliştirilmesi: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(8), 31-57. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/39519>
- İnal, E., Kaya, E., & Altıntaş, K. H. (2018). Türkiye'de örgün eğitimin afet eğitimi yeterliliği açısından incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (37), 114-127. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/609273>
- İTÜ. (2023). *6 Şubat 2023 Depremleri Nihai Raporu*. İstanbul Teknik Üniversitesi. https://haberler.itu.edu.tr/docs/defaultsource/defaultdocumentlibrary/2023_itu_subat_2023_deprem_son_raporu.pdf?sfvrsn=1583fe76_2
- Johnston, D., Tarrant, R., Tipler, K., Coomer, M., Pedersen, S., & Garside, R. (2011). "Preparing schools for future earthquakes in New Zealand: Lessons form an evaluation of a Wellington school exercise". *The Australian Journal of Emergency Management*, 26(1), 24-30. <https://search.informit.org/doi/pdf/10.3316/ielapa.805914254008026>
- Jung, H. O., & Han, S. W. (2022). Development and validation of earthquake fire response simulation protocol for Korean college students in health programs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5764. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095764>
- Karabulut D., & Bekler, T. (2019). Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2), 1-9. <https://doi.org/10.21324/dacd.500356>
- Karakoç, F. Y., & Dönmez, L. (2014). Ölçek geliştirme çalışmalarında temel ilkeler. *Tıp Eğitimi Dnyası*, 13(40), 39-49. <https://doi.org/10.25282/ted.228738>
- Karakuş, U. (2014). Depremi yaşamış ve yaşamamış öğrencilerin deprem algılarının, metafor analizi ile incelenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18(29), 97-116. <https://doi.org/10.17295/ataunidcd.31309>
- Karaşin, Y., Filiz, M., & Karagöz, Y. (2023). Depreme yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(2), 548-561. <https://doi.org/10.35341/afet.1250436>
- Kong, S. C., Li, R. K. Y., & Kwok, R. C. W. (2019). Measuring parents' perceptions of programming education in P-12 schools: Scale development and validation. *Journal of Educational Computing Research*, 57(5), 1260-1280. <https://doi.org/10.1177/0735633118783182>
- Lin, B. C., & Lee, C. H. (2022). Conducting an adaptive evaluation framework of importance and performance for community-based earthquake disaster management. *Natural Hazards*, 115, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05594-3>

- Luo, Z. (2023). Determinants of the perceived usefulness (PU) in the context of using gamification for classroom-based ESL teaching: A scale development study. *Education Information Technologies*, 28, 4741–4768. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11409-6>
- Mızrak, S. (2018). Eğitim, afet eğitimi ve afete dirençli toplum. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 56-67. <https://doi.org/10.21666/muefd.321970>
- Musacchio, G., Falsaperla, S., Bernhardsdottir A.E., Ferreira, M.A., Sousa, M.L., Carvalho, A., & Zonno, G. (2016). Education: Can a bottom-up strategy help for earthquake disaster prevention?. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 14(7), 2069–2086. <https://doi.org/10.1007/s10518-015-9779-1>
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2002). How to use a monte carlo study to decide on sample size and determine power. *Structural Equation Modeling*, 9(4), 599-620. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0904_8
- Özkan, B., & Çetinkaya Kutun, F. (2021). Afet psikolojisi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 8(3), 249-256. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1535450>
- Öztürk, S., Bayrak, Y., Çınar, H., Koravos G.C., & Tsapanos, T. M. (2008). A quantitative appraisal of earthquake hazard parameters computed from Gumbel I method for different regions in and around Turkey. *Natural Hazards*, 47, 471-495. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9234-6>
- Pallant, J. (2020). *SPSS kullanma kılavuzu - SPSS ile adım adım veri analizi* (S. Balcı; B. Ahi, Çev.). Anı Yayıncılık.
- Panic, M., Kovacevic-Majkic, J., Miljanovic, D., & Miletic, R. (2013). "Importance of natural disaster education –case study of the earthquake near the city of Kraljevo: First results. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic"*, SASA, 63(1), 75-88. <https://dx.doi.org/10.2298/ijgi121121001p>
- Pascapurnama D.N., Murakami A., Chagan-Yasutan H., Hattori T., Sasaki H., & Egawa S. (2018), Integrated health education in disaster risk reduction: Lesson learned from disease outbreak following natural disasters in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 29, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.07.013>
- Ramazanoğlu, M., Gürel, S., & Çetin, A. (2022). The development of an online learning readiness scale for high school students. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 9 (Special Issue), 126-145. <https://doi.org/10.21449/ijate.1125823>
- Ronan, K. R., & Towers, B. (2014). Systems education for a sustainable planet: Preparing children for natural disasters. *Systems*, 2(1), 1-23. <https://doi.org/10.3390/systems2010001>
- Sawada, Y., & Takasaki, Y. (2017). Natural disaster, poverty, and development: An introduction. *World Development*, 94, 2-15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.035>
- Seçer, İ. (2017). *SPSS ve LISREL ile Pratik Veri Analizi* (3. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Seçer, İ. (2018). *Psikolojik test geliştirme ve uyarlama süreci: SPSS ve LISREL uygulamaları* (2. Baskı). Anı yayıncılık.
- Sönmez, V., & Alacapınar, F.G. (2016). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri* (4. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Şahin, İ., & Kılınç, T. (2016). Türkiye’de 1980-2014 yılları arasında görülen depremlerin ekonomik etkileri. *Siirt Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisadi Yenilik Dergisi*, 4(1), 33-42. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/210453>
- Şahin, M. G., & Boztunç Öztürk, N. (2018). Eğitim alanında ölçek geliştirme süreci: Bir içerik analizi çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 191-199. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.375863>
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2014). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme*. Nobel Yayınevi.
- Tanhan, F., & Kayri, M. (2013). Deprem sonrası travma düzeyini belirleme ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1013-1025. <https://tr-scales.arabpsychology.com/wp-content/uploads/pdf/eprem-sonrasi-travma-duzeyini-belirleme-olcegi-toad.pdf>
- Taymaz, T., Yılmaz, Y., & Dilek, Y. (2007). The geodynamics of the Aegean and Anatolia: Introduction. *Geological Society, London, Special Publications*, 291(1), 1-16. <https://doi.org/10.1144/SP291.1>
- Teke, D., & Sözbilir, M. (2021). Öğretmen adaylarının kaynaştırma eğitimine yönelik öz yeterliklerini belirlemek için ölçek geliştirme. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 2(1), 55-68. <https://avesis.atauni.edu.tr/yayin/a55d1d98-c030-44de-b09b-ff04f45227ed/ogretmen-adaylarinin-kaynastirma-egitimine-yonelik-oz-yeterliklerini-belirlemek-icin-olcek-gelistirme>
- Tekin, Ö., & Dikmenli, Y. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının afet bilinci algısı ve deprem bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 258-271. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.811043>
- Tsapanos, T. M., & Burton, P. W. (1991). Seismic hazard evaluation for specific seismic regions of the world. *Tectonophysics*, 194(1-2), 153-169. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(91\)90278-Z](https://doi.org/10.1016/0040-1951(91)90278-Z)
- Tuncer, N., Sözen, Ş., & Sakar, Ş. (2021). Okul öncesi eğitimde deprem farkındalığı: Deprem benden küçüksün” projesi, Tokat ili örneği. *International Journal of Educational Spectrum*, 3(1), 1-27. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1164034>

- Walters, R. J., Parsons, B., & Wright, T. J. (2014). Constraining crustal velocity fields with InSAR for Eastern Turkey: Limits to the block-like behavior of Eastern Anatolia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119(6), 5215–5234. <https://doi.org/10.1002/2013JB010909>
- Wei, B., Su, G., & Li, Y. (2020). Evaluating the cognition and response of middle/high school students to earthquake a case study from the 2013 Mw6. 6 Lushan earthquake-hit area, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101825. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101825>
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806-838. <https://doi.org/10.1177/0011000006288127>
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 46, 74-85. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/369427>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, D., & Uzunsakal, E. (2018). Alan araştırmalarında güvenilirlik testlerinin karşılaştırılması ve tarımsal veriler üzerine bir uygulama. *Uygulamalı Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 14-28. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/507218>
- Yılmaz, A. (2012). Türkiye’de afetlerde karşılaşılan sorunlar. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 61-81. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/576813>
- Yong, A. G., & Pearce, S. (2013). A beginner’s guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79–94. <http://dx.doi.org/10.20982/tqmp.09.2.p079>
- Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. In XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, (ss. 771-774). Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi. <https://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/PamukkaleBildiri.pdf>
- Yuchun Z., (2019). A mixed methods model of scale development and validation analysis, *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 17(1), 38-47. <https://doi.org/10.1080/15366367.2018.1479088>


Ek 1. Deprem okuryazarlığı ölçeğinin son hali.**Appendix 1.** The latest version of the earthquake literacy scale.

İFADELER	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Karasızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
BİLİŞSEL BOYUT					
Evime yakın deprem toplanma bölgesini bilirim.					
Depreme okulda yakalanmışsam, sınıfta alacağım pozisyonu bilirim.					
Deprem toplu hayatı üzerindeki etkilerini örneklerle açıklayabilirim.					
Deprem sonrasında ihtiyacım olabilecek ilkyardım bilgisine sahibim.					
Deprem, bir doğa olayı olduğunu bilirim.					
Afet bilinci olmadan gerçekleşen yapılaşmalar depremde can ve mal kaybına neden olacağını savunurum.					
DAVRANIŞSAL BOYUT					
Afet toplanma alanlarının krokisini çizebilirim.					
Aile bireylerimizle haberleşebileceğimiz iletişim araçlarını oluşturabilirim.					
Deprem çantamı kolay ulaşabileceğim bir yerde hazır bekletirim.					
Deprem çantası hazırlayabilirim.					
Deprem sırasında uygun pozisyonu alacağım eşyayı belirleyebilirim.					
Deprem sırasında "çok-kapan-tutun" yöntemini uygulayabilirim.					
Depreme sonrasında zarar görebileceğim yapılardan uzak dururum.					
Deprem anında ve sonrasında asansör kullanırım.*					
Deprem olduğunda "hayat üçgeni" oluşturan bir yere sığınabilirim.					
Aile bireyleri ile buluşma planımızı oluşturabilirim.					
Aile bireylerim ile afet planımızı yapabiliriz.					
DUYUSAL BOYUT					
Küçük bir deprem bile yaşasam endişem artar.					
Deprem olma riski uykularımı kaçırır.					
Deprem yaşama riski bende kaygı bozukluğu yaratır.					
Her an deprem yaşama riski günlük hayatımı olumsuz etkiler.					
Büyüklerimden deprem hikâyeleri dinlemek kendimi kötü hissettirir.					
Deprem yaşama ihtimali sosyal yaşantımı kötü etkiler.					
Depremle ilgili bir haber okuduğumda kendimi kötü hissederim.					
Deprem yaratacağı yıkımlar beni korkutur.					
Deprem olma riski beni endişelendirir.					



6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde ortaya çıkan molozların yönetimi için CBS ile uygun arazilerin tespit edilmesi: Hatay ili örneği¹

Determining suitable lands for demolition waste management with GIS in the Kahramanmaraş earthquakes on February 6, 2023: Case study of Hatay province²

Mutlu Yılmaz^{a*}  Merve Altundal Öncü^a  İsmet Güney^b  Ersin Ateş^c  Dünder Dağlı^d 

^aAnkara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara, Türkiye.

^bRecep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ardeşen Meslek Yüksekokulu, Seyahat, Turizm ve Eğlence Hizmetleri, Rize, Türkiye.

^cAnkara Üniversitesi, Ayaş Meslek Yüksekokulu, CBS Programı, Ankara, Türkiye.

^dFırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ, Türkiye.

ORCID: M.Y. 0000-0001-8914-1165; M.A.Ö. 0000-0003-2402-9134; İ.G. 0000-0003-4682-4905; E.A. 0000-0002-1956-2017; D.D. 0000-0001-7338-4445.

BİLGİ/INFO

Geliş/Received: 15.09.2023

Kabul/Accepted: 14.12.2023

Anahtar Kelimeler:

6 Şubat Kahramanmaraş depremleri
Moloz döküm sahası
Uygunluk analizi
Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)
CBS

Keywords:

6 February Kahramanmaraş earthquakes
Construction waste areas
Suitable area
Analytic hierarchy process (AHP)
GIS

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(M. Yılmaz) yilmazm@ankara.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.1361036



Atıf/Citation:

Yılmaz, M., Altundal Öncü, M., Güney, İ., & Dağlı, D. (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde ortaya çıkan molozların yönetimi için CBS ile uygun arazilerin tespit edilmesi: Hatay ili örneği. *Türk Coğrafya Dergisi* (83), 179-193.
<https://doi.org/10.17211/tcd.1361036>

ÖZ/ABSTRACT

6 Şubat Kahramanmaraş depremleri sonrası ortaya çıkan enkazın kaldırılması ve depolanacak sahalar taşınması problemi ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, hızlı enkaz kaldırma sürecinde molozların depolanacağı en uygun alanları tespit etmek ve mevcut alanların uygunluğunu tartışmaktır. Hatay'daki orman, mera, zeytinlik, tarım alanları, sulak alanlar, yerleşim alanları, özel koruma alanları ve yerüstü sularını göz önünde bulundurularak atık depolamasına ilişkin kanun ve yönetmeliklere göre uygunluk analizleri yapılmıştır. Çalışmada molozlar için uygun alanların tespiti için kriterler belirlenerek Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Fuzzy AHS yöntemleri karşılaştırılarak kullanılmıştır. 9-11 Mart 2023 tarihlerinde Hatay'daki saha çalışmalarında mevcut moloz depolama alanlarında yerinde gözlem tekniği uygulanmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen ve moloz dökümüne uygun olduğu tespit edilen alanlar ile mevcut döküm sahalarının konumları karşılaştırıldığında uyumsuzluklar tespit edilmiştir. Araştırmanın bulgularına göre Hatay'da belirlenen moloz depolama alanlarının konumları incelendiğinde uzun vadede bölge için önemli çevresel, toplumsal, ekonomik, ve kültürel problemlere yol açacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmaya göre, kriz anında hızlı karar verme zorunluluğu nedeniyle seçilen moloz depolama sahalarının uzun vadeli problemlere yol açacağı; bu bağlamda karar verme sürecinde bilimsel kriterlere dayanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinin kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Removal of the construction waste that emerged after the Kahramanmaraş earthquakes and transporting it to the debris disposal sites continues. The aim of this study is to determine the most suitable areas where the debris will be stored in the rapid debris removal process. An analysis study was conducted in accordance with the laws and regulations regarding waste storage, taking into account the forests, pastures, olive groves, agricultural areas, wetlands, residential areas, special protection areas and surface waters in Hatay. In the study, criteria for determining suitable areas for debris were determined and using the AHP. Existing debris disposal areas were visited in the field studies on 9-11 March 2023 and on-site observations were made. According to the findings of the research, it is predicted that it may cause significant problems for the region in the long term. When the analysis results and the locations of the existing sites are compared, there are inconsistencies. According to this study, some of the construction waste areas chosen due to the necessity of making quick decisions during the crisis may cause long-term problems such as environmental problems, agriculture and deterioration of the natural landscape.

¹Bu çalışma, TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı desteği ile "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depreminde Yıkılan Konutların Moloz Atıklarının Depolanması İçin CBS İle Uygun Arazilerin Tespit Edilmesi" projesinden üretilmiştir.

²This study was produced from the project "Determining Suitable Lands for Demolition Waste Management with GIS In The Kahramanmaraş Earthquakes on February 6, 2023" completed within the scope of TÜBİTAK 1002-C Natural Disasters Focused Fieldwork Emergency Support Program.

Extended Abstract

Introduction

Earthquakes with magnitudes of 7.7 and 7.6 occurred on February 6, 2023 at 04:17 and 13:24 Turkey time in Kahramanmaraş province, Pazarcık and Elbistan. It was felt in the provinces of Osmaniye, Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Şanlıurfa and causing devastating effects. In the research, it is claimed that the use of GIS will accelerate the decision-making process when choosing a location for construction waste areas resulting from the Kahramanmaraş earthquakes that affected 11 provinces. In this context, the aim of the research is to determine the most suitable lands for waste areas for the final storage of the debris formed after the February 6 earthquakes on the Hatay Province scale, using GIS. For this purpose, it is envisaged that the criteria pool determined for suitable areas created in the study will be used to accelerate decision-making in future disaster situations. The reason why Hatay was chosen as the research area is that there are a total of 406,849 buildings in the province and 215,255 of the most destroyed or heavily damaged buildings are also located in this province (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). In line with the criteria determined within the framework of the Regulation on the Control of Excavated Soil, Construction and Demolition Waste, the areas where waste will be stored in each province must be determined before the disaster. On the other hand, considering the amount of demolition waste resulting from the Kahramanmaraş earthquakes, it became necessary to determine new storage areas. Within the framework of the regulation, it is decided to transport and store these wastes in appropriate areas in a way that will not harm the environment and public health. However, after the disaster, it was observed that the rubble storage areas in Hatay Province were not determined before the disaster as stipulated by the regulation and their suitability was controversial. For this reason, it can be said that it is important to use GIS, taking into account the need to act quickly when making decisions by taking into account many criteria in the transportation and storage processes of debris waste resulting from large-scale disasters.

Data and Method

According to the determined criteria; rivers, main roads and contour lines were obtained from 1/100,000 scale topographic maps from the Harita Genel Müdürlüğü (HGM) (HGM, 2012). Open Street Map database was used for residential areas, 1/500,000 scale geology map (MTA, 2002) and 1/250,000 scale active fault map were used to determine geology and active fault areas (MTA, 2012). Numerical data obtained from the Çevresel Bilginin Koordinasyonu (2018) database was used to determine land use and olive areas. For nature protected areas, the protected areas map prepared by the Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) was used (DKMP, 2022). Within the scope of this research, a suitability analysis was carried out on the Hatay Province scale for the storage of rubble according to the criteria determined within the framework of the regulations, using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy AHP methods. In addition, the coordinates of 18 dump sites, which were determined by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change and where rubble

storage started, were obtained and observed on site. In addition to observations regarding the suitability of the sites, they were also compared with the analysis results made in GIS.

Results

According to the findings obtained within the scope of the purpose of the research, the existing areas where the rubble will be stored and the identification of new suitable areas were carried out. Accordingly, 8 main criteria and more than 30 sub-criteria were determined and weighted in the research. According to the analysis results obtained, it was determined that 49.9% of the land in Hatay Province was not suitable for rubble dumping and storage. Again, according to the analysis results, it was determined that very suitable lands were only 5.2%. It can be said that the factors that are effective in this situation are Hatay's agriculture, tourism, protected areas and urbanization. On the other hand, considering the 18 rubble dumping sites in Hatay, it was concluded that only 5 of these areas were suitable for storing disaster-related rubble. In other words, large amounts of debris resulting from Kahramanmaraş earthquakes are transported to unsuitable areas and stored.

Conclusion

In Antakya, where the devastating effects of the earthquake were more experienced, waste storage areas are located very close to the urban area and village settlements in the central district and pose significant long-term health risks. It is recommended that these areas be re-planned in suitable and very suitable areas located in the west, northwest and southeast of the city. The processes of transporting and storing debris resulting from a large-scale and devastating disaster are very important for the environment and public health. It is essential to complete short, medium and long-term planning for the waste in question before the disaster. Protecting underground and surface water resources, as well as agriculture, forests and ecologically important areas should be the first priority.

1. Giriş

Kahramanmaraş ve yakın çevresinin depremselliği literatürde uzun yıllardır tartışılan bir konudur (Bircik & Korkmaz, 2001). 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saati ile 04:17 ve 13:24'te, merkez üssü Kahramanmaraş ili Pazarcık ve Elbistan olmak üzere 7.7 ve 7.6 şiddetinde meydana gelen depremler Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde hissedilerek yıkıcı etkilere yol açmıştır. Depremlere bağlı olarak zeminin niteliği de yıkımın boyutunu etkileyen bir faktör olarak belirleyici olmuştur. Yumuşak ve ıslak zeminler deprem şiddetini artırarak uygun olmayan yapıların yıkımını kolaylaştırmıştır. Söz konusu depremler gerek şiddet bakımından gerekse etkili olduğu alan bakımından bilinen en yıkıcı depremler arasında yer almaktadır (Şen, 2023). Nitekim bu boyuttaki bir afetin sonrasında ortaya çıkan enkaz da bir o kadar önemli başka bir sorunu meydana getirmiştir. 11 ilde yaşayan 50 binden fazla insan hayatını kaybederken, yarım milyondan fazla bina yıkılmış veya ağır hasarlıdır (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Yıkılan bina sayısı dikkate alındığında barınma sorununun çözülmesi için bir an önce yeni konutların yapılması amacıyla afet

konutları programı oluşturulmuştur. Yeni konutların yapımına başlanırken diğer taraftan ortaya çıkan molozların da halk sağlığını tehdit etmemesi için bertaraf edilmesi veya depolanması gerekmektedir.

Uluslararası ve ulusal çalışmalar incelendiğinde katı atık depolama alanları için pek çok kriterin belirlendiği görülmektedir (Wang vd., 2009; Gorsevksi vd., 2011; Şener vd., 2011). Ancak kriterlendirme yöntemleri ve yerele özgü dinamikler farklılık göstermektedir. Türkiye'deki ilgili yönetmeliklerin dikkate alınarak kriterlendirme sistemine dahil edilmesi önem taşımaktadır. Aksi durumda öneri ve uygulama boyutunda sorunlarla karşılaşmaktadır. Afet öncesi Hatay'daki katı atık yönetimi incelendiğinde gerek kamu gerekse özel sektörün farkındalık düzeyinin düşük olduğu bilinmektedir (Coşkun & Öztürk, 2012). Bu noktada mekansal niteliklere uygun olarak her kent için bilimsel temellere dayanan kriterlendirmeler yolu ile uygun alanların tespit edilerek, yerel yönetimler tarafından depolamaya ilişkin esaslara uygun çalışmalar yürütülmesi önem kazanmaktadır. Aydemir-Karadağ (2019), katı atık düzenli depolama tesisi kuruluş alanlarını çeşitli kriterler açısından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Buna göre yalnızca fiziki etmenler değil, sosyal ve ekonomik etmenler de kriter olarak alınmıştır. Ancak uygun alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri ile analizi yapılmamıştır. Bu çalışma ile kriterlendirme aşamasının bir sonraki basamağı olan uygun alanların tespiti üzerine analiz ve bulgulara dikkat çekilmektedir.

Bu çalışmada 11 ili etkileyen 6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile ortaya çıkan molozların depolanmasında yer seçimi yapılırken CBS'nin kullanılmasının karar alma süreçlerini hızlandıracağı ifade edilmektedir. Bu bağlamda araştırmanın amacı, bu depremler sonrasında oluşan molozların Hatay İli ölçeğinde nihai olarak depolanması için döküm yapılacak en uygun arazilerin CBS kullanılarak tespit edilmesidir. Bu amaçla çalışmada oluşturulan uygun alanlar için belirlenmiş kriter havuzunun, gelecekteki afet durumlarında da karar almayı hızlandırmak için kullanılması ön görülmüştür. Araştırma alanı olarak Hatay'ın seçilmesinin nedeni ise en fazla yıkımın burada gerçekleşmesidir. Depremden etkilenen ilde toplam 406.849 binanın bulunduğu ve en fazla yıkılan veya ağır hasarlı 215.255 binanın da yine bu ilde yer aldığı bilinmektedir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ve ilgili diğer yönetmelikler çerçevesinde belirlenen kriterler doğrultusunda her ilde molozların depolanacağı alanların afet öncesinde belirlenmiş olması gerekmektedir. Diğer taraftan Kahramanmaraş depremleri sonrasında ortaya çıkan yıkıntı atıklarının miktarı da dikkate alındığında yeni depolama sahalarının belirlenmesi gerekli olmuştur. İlgili yönetmeliklerde bu atıkların çevre ve halk sağlığına zarar vermeyecek şekilde uygun alanlara taşınarak depolanması kararına yer verilmektedir. Ancak afet sonrası Hatay İli'ndeki moloz depolama sahalarının yönetmeliğin öngördüğü şekilde afet öncesinde belirlenmediği ve uygunluğunun tartışmalı olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle büyük ölçekli afetler sonrasında ortaya çıkan yıkıntı atıklarının taşınması ve depolanması süreçlerinde pek çok kriter dikkate alınarak karar verilirken hızlı davranılması gerektiği de dikkate alınarak CBS kullanılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Bu araştırmanın amacı, bu çalışmanın amacı, AHS ve Fuzzy AHS yöntemleri kullanılarak, yönetmelikler çerçevesinde belirlenen kriterlere göre molozların depolanması için Hatay ili ölçeğinde uygun alanların belirlenmesidir. Ayrıca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirlenmiş ve moloz depolanmasına başlanmış olan 18 döküm sahasının koordinatları elde edilerek yerinde gözlemlenmiştir. Sahaların uygunluğuna ilişkin gözlemlere ek olarak, CBS'de elde edilen uygun moloz döküm alanlarına ilişkin sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

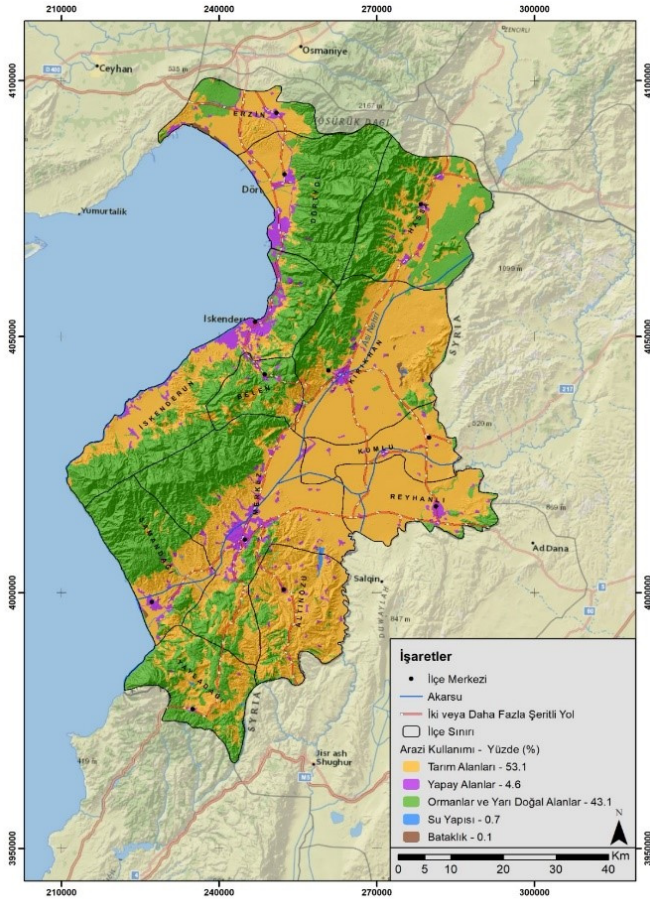
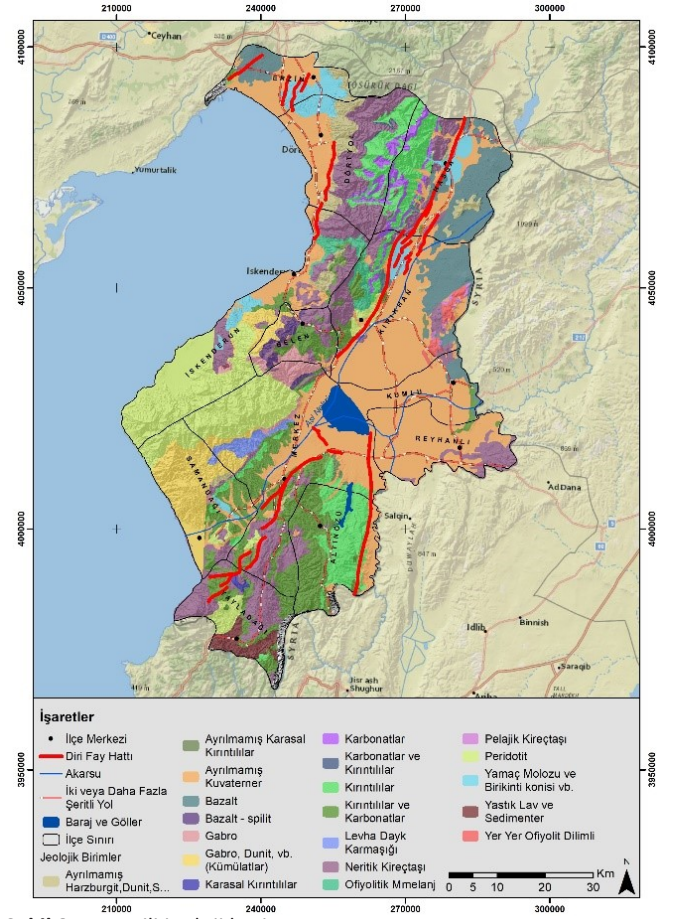
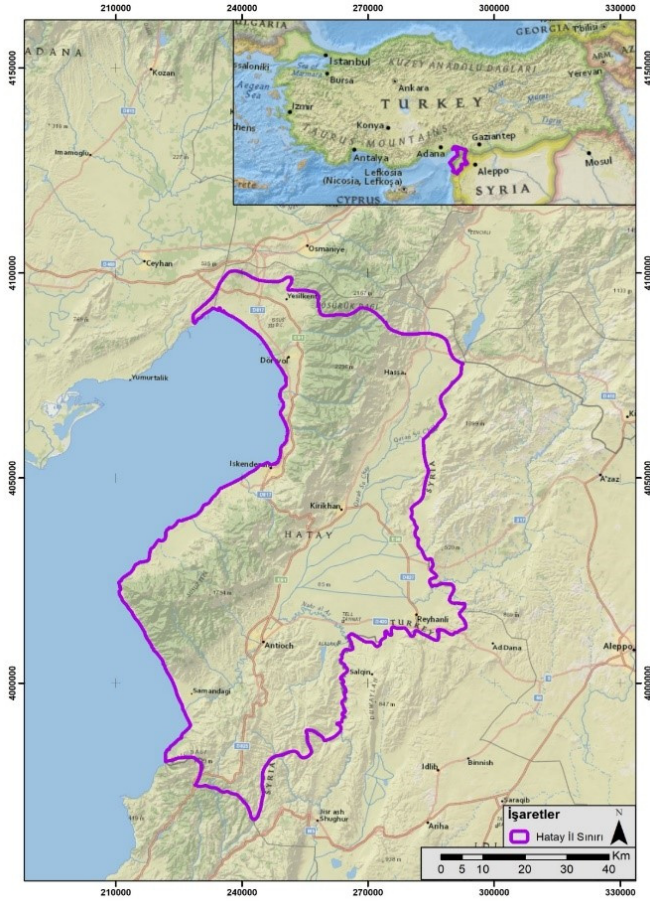
Hatay İli, Doğu Akdeniz havzasında ve Türkiye'nin en güneyinde yer almakta olup, Akdeniz Bölgesi'nin Adana Bölümü sınırları içerisinde bulunmaktadır (Kaymaz & Özşahin, 2013). Hatay İli'nin kuzeybatısında Adana, kuzeyinde Osmaniye, kuzeydoğusunda Gaziantep, güneyinde ve doğusunda Suriye, batısında Akdeniz ve İskenderun limanı yer almaktadır (Şekil 1). Hatay İli, 5.831 km² alan ile Türkiye yüzölçümünün %0.74'üne sahiptir. 1.686.043 nüfusa sahip Hatay İli'nin 2.352.509 dekar tarım arazisi bulunmaktadır (TUİK, 2022). Hatay'ın arazi kullanımına bakıldığında tarım arazileri toplam yüzölçümünün %53.1'ni ve orman ve yarı doğal alanlar %43.1'ni oluşturmaktadır (Şekil 2). Ormanlık alanlar Dörtöy, Belen, Samandağ ve Yayladağ ilçelerinde, tarımsal alanlar Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Altınöz ve Erzin ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. (Şekil 2). Jeoloji haritası incelendiğinde Hatay ilinin kuzey-batı ve kuzey-doğu kesimlerinde bazalt gibi jeoloji birimler ile orta, doğu ve güney kesimlerde çoğunlukla karbonatlar, ayrılmamış kuvaterner, yamaç molozu, yamaç birikintisi gibi sedimenter kayalar bulunmaktadır (Şekil 3).

Hatay İli'nin batısında kuzeydoğu-güneybatı istikametinde Nur Dağları yer almaktadır. Nur Dağları'nın doğusunda ise Türkiye'nin en verimli ovalarından biri olan Amik Ovası bulunur. Güneyinde ise Ziyaret Dağı yer almaktadır. İlin en önemli akarsuyu, kaynaklarını büyük oranda Suriye ve Lübnan'dan alan Asi Nehri'dir. Asi Nehri'nin denize döküldüğü bölge su ürünleri konusunda oldukça zengindir (Taşdemir & Göksu, 2001).

Hatay'ın sahip olduğu verimli topraklar ve uygun iklim koşulları pek çok tarımsal ürünün yetişmesine imkan vermektedir. Bunlar arasında en önemlisi turuncğil üretimidir. Hatay Türkiye'deki portakal üretiminin %20'sini, mandalina üretiminin %39'unu, limon üretiminin %9'unu karşılamaktadır (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2022). Tarımsal açıdan bir diğer önemli ürün ise zeytindir. Türkiye zeytin üretiminin yaklaşık %7'sini Hatay karşılamaktadır. Tarımsal verimlilik ve ürün çeşitliliği gıda sanayisini de geliştirmiştir. İl genelinde kültürel çeşitlilik özellikle inanç turizm, kültür turizmi, kent turizmi ve gastronomi turizmi kapsamında potansiyel bulunmaktadır. Bu nedenle son yıllarda Türkiye ölçeğinde önemli bir destinasyona dönüşmüştür.

2.2. Kriterlerin Seçimi ve Veri

Hatay'da molozların dökülmesi için uygun alan seçmek amacıyla belirlenen kriterler; literatür araştırması, yönetmelikler ve bölgenin kendi özellikleri dikkate alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 3. Hatay ili jeoloji haritası.
Figure 3. Hatay geology map.

Jeoloji sınıfları, eğim sınıfları, anayola uzaklık ve arazi kullanımı literatür araştırması ile belirlenmiştir (Şener vd., 2011). Akarsu için belirlenen sınıflar Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair 30224 sayılı yönetmeliğine göre belirlenmiştir (DSİ, 2017). Hatay ili koruma alanları ve zeytin üretimi bakımından zengin bir bölgedir. Hafriyat alanı belirlerken bu alanların bölge için dikkate alınması gerekmektedir. Bu bakımdan 3573 sayılı Zeytinciliğin Islahı Yabancılarının Aşılattırılmasına Dair Yönetmeliğin 23. Maddesine göre zeytinlik alanların 3000 m. yakınına herhangi bir sanayi tesisi kurulamayacağı belirtilmektedir (TÜGEM, 1939). Çalışma alanı içerisinde yerleşme alanlarının Çevre, Şehir ve İklim Değişikliği Bakanlığının 25831 sayılı yönetmeliğine göre III. Atık depolama alanı sayılan hafriyat depolama alanları yerleşim alanlarına 250 m'den fazla yakın olmamalıdır (ÇŞİB, 2005).

Belirlenen kriterlere göre; akarsu, anayollar ve eş yükselti eğrileri Harita Genel Müdürlüğü'nden (HGM) 1/100.000 ölçekli topografik haritalardan temin edilmiştir (HGM, 2012). Yerleşim alanlarını belirlemek için Open Street Map veri tabanı, jeolojik formasyonları ve diri fayları belirlemek için ise 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası (MTA, 2002) ile 1/250.000 ölçekli diri fay haritası kullanılmıştır (MTA, 2012). Arazi kullanımı ve zeytin alanlarının tespiti için Çevresel Bilginin Koordinasyonu (Coordination of Information on the Environment – 2018) veri tabanından elde edilen sayısal veriler kullanılmıştır. Tabiat koruma alanları için ise Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) hazırlamış olduğu korunan alanlar haritasından yararlanılmıştır (DKMP, 2022).

2.3. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

AHS'nin hiyerarşik yapısı Saaty tarafından 1977 yılında oluşturulmuş, kavram olarak ise 1980 yılında ortaya çıkmıştır (Saaty, 1977; 1980). AHS karmaşık problemlerin çözümünde sıklıkla tercih edilen basit ve güvenilir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemidir (Sarkar vd., 2022). AHS, grup kararlarının sistematik ve mantıksal bir değerlendirmesine izin vererek (Everest vd., 2021) hiyerarşik düzende karmaşık dünya olayları karşısında uygun alternatif kararlar üretmesine fırsat sunmaktadır. Nitel ve nicel veriler doğrultusunda insanların önceliklerini belirlemesine ve en doğru seçim yapmasına olanak sağlayan güçlü ve esnek karar verme sürecidir (Weerakoon, 2014; Bozdağ vd., 2016). Bu yönüyle AHS'nin coğrafya alanında CBS tabanlı tehlike ve risk (Özşahin, 2014; Demirağ Turan & Uzun, 2021), arazi kullanımı uygunluğu (Akbulak, 2010; Çavuş & Koç, 2015; Dağlı & Çağlıyan, 2016; Karabacak, 2021; Topuz & Deniz, 2023), uygun yer seçimi (Küçükönder & Karabulut, 2007; Canpolat & Toprak, 2022) analizlerinde sıklıkla kullanıldığı dikkat çekmektedir. Çalışmada kullanılan AHS ve Fuzzy AHS yöntemlerine ilişkin iş akışı aşağıdaki gibidir (Şekil 4).

AHS yönteminde ilk olarak yer seçimi kararını etkileyen hedefler doğrultusunda kriterler ve alternatifler ağ yapısının oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmada moloz atıklarının depolanmasında yer seçimi için ilgili mevzuatlar çerçevesinde sekiz farklı kriter belirlenmiştir. AHS'nin temel yapısına bağlı olarak uzman görüşleri doğrultusunda kriter-alt kriterlerin ikili karşılaştırılması yapılmıştır. AHS kararı etkileyen değişkenlerin bu doğrultuda ikili karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. İkili karşılaştırmalarda AHS ve Fuzzy AHS için Saaty (1980)'nin karşılaştırma ölçeği kullanılmakta olup, 1 eşit önemi 9 aşırı önemi ifade etmektedir (Tablo 1).

İkili karşılaştırma terimi, iki faktörün ya da kriterin birbiriyle karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargılarına dayanır (Öztürk & Batuk, 2007). İkili karşılaştırma matrisi kriter, alt kriter ve alternatiflerin karşılaştırılmasını içeren bir tekniktir (Salifu vd., 2022). Uzmanların her bir kriteri eşgüdümlü olarak yargılarının tutarlılığı ile birlikte kolay ve kullanışlı bir şekilde karşılaştırmasını sağlamaktadır. İkili karşılaştırma aşağıdaki eşit-

Tablo 1. AHS ve F-AHS ikili karşılaştırma ölçeği.

Table 1. AHS and F-AHS binary comparison scale.

Önem Derecesi	AHS Ölçeği		Fuzzy AHS Ölçeği	
Eşit Önemli	1	1/1	(1,1,1)	(1,1,1)
Az Önemli	3	1/3	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
Güçlü Önemli	5	1/5	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
Çok Güçlü Önemli	7	1/7	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
Aşırı Önemli	9	1/9	(8,9,10)	(1/10,1/9,1/8)
Ara Değerler	2,4,6,8	1/2, 1/4, 1/6,1/8	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9)	(1/3,1/2,1), (1/5,1/4,1/3), (1/7,1/6,1/5), (1/9,1/8,1/7)

Kaynak: (Saaty, 1980; Vahidnia vd., 2009).

likte ifade edilen n adet kriter için $n(n-1)/2$ karşılaştırmalardan oluşmaktadır (Özşahin, 2014; Akıncı vd., 2012). Bu çalışmada analizlere dahil edilen 8 farklı kriter olduğundan, her bir uzman için 28 adet ikili karşılaştırma yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünmesiyle 0-1 arasında normalize edilmiş matris elde edilmektedir (Demirağ Turan & Uzun, 2021). Uygun yer seçimini etkileyen değişkenlere ait etki oranları, normalize edilmiş matris tablosundaki satırların toplanarak elde edilen sütündeki toplam değere bölünmesiyle hesaplanmaktadır (Eşitlik 1) (Çağlıyan & Dağlı, 2017).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 1}$$

Burada, A ikili karşılaştırma matrisini ifade etmektedir. İkili karşılaştırmalar bir $(n \times n)$ kare matris ile gösterilir ve matrisin her elemanı P_{ij} , faktör i 'yi j faktörüne tercih ettiğimiz değerleri temsil eder (Eşitlik 2) (Ustaoglu & Aydınoglu, 2020).

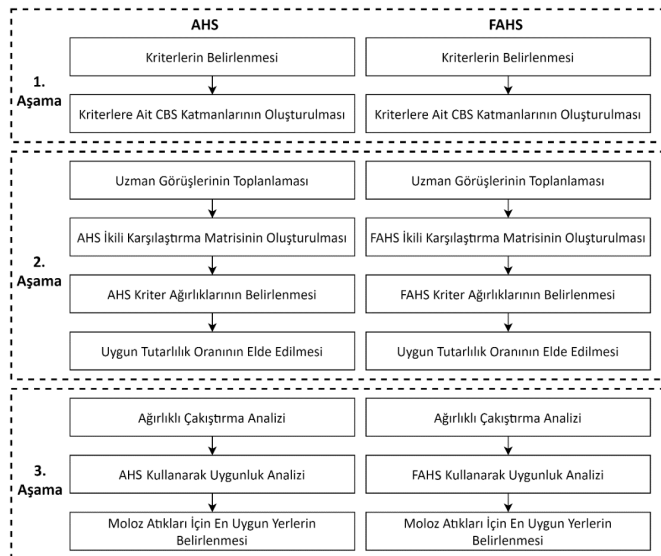
$$P_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}} \quad \text{Eşitlik 2}$$

Uzman görüşünü yansıtan ikili karşılaştırmalardaki yargıların birbirleri ile tutarlı olup olmadığının hesaplanması gerekmektedir. Modelin geçerliliğini ölçmek amacıyla elde edilen değerler tutarlılık oranı ile test edilmiştir. Tutarlılık oranı $CR < \%10$ (0.10) ise matris tutarlı, $CR > \%10$ (0.10) ise yargıların tutarsız olduğunu ifade etmektedir (Dağlı & Çağlıyan, 2016; Salifu vd., 2022). Tutarsız ifadelerin olduğu durumlarda uzmanlar verdiği cevapları tekrardan kontrol ederek düzeltilmelidir. Yargıların tutarlılığının hesaplanmasında ilk olarak Tutarlılık İndeksi (CI) hesaplanmıştır (Eşitlik 3). Tutarlılık İndeksinin Rastgele Değer İndeksine bölünmesiyle Tutarlılık Oranı (CR) elde edilmiştir (Eşitlik 4).

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad \text{Eşitlik 3}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Eşitlik 4}$$

Burada λ_{maks} , son matristeki değerlerin aritmetik ortalamasına karşılık gelen maksimum özdeğere, n ise kriter sayısına karşılık gelmektedir (Timor, 2011). Maksimum özdeğer daima kriter (n) sayısından büyüktür ve elde edilen değer kriter sayısına yaklaştıkça tutarlılık indeksi değeri artar. Rastgele Değer İndeksi (RI) kullanılan kriter sayısına göre değişmektedir. Bu ça-



Şekil 4. Yöntem iş akışı.

Figure 4. Methodology scheme.

İşmada uygun yer seçimini etkileyen 8 kriter analize dahil edilmiş ve bu durumda 1.41 RI değeri kullanılmıştır (Saaty, 1980; Malczewski, 1999). Bu çalışmadaki ikili karşılaştırmaların tutarlılık oranı 0.026 olup yargıların tutarlılığı açısından makul düzeydedir.

2.4. Fuzzy Analitik Hiyerarşi Süreci (F-AHS)

Gerçek dünya problemlerinde bazı kararlar tam olarak değerlendirilebilirken bazıları değerlendirilemez (Özdağoğlu & Özdağoğlu, 2007). Fuzzy AHS, karar vericilerin tercih yargılarındaki bulanıklığı ve belirsizliği ele aldığı için gelişmiş bir analitik yöntem olarak kabul edilmektedir (Ustaoglu & Aydınoglu, 2020). Kriterleri kesin değerlerle ifade etmek her zaman mümkün olmayıp bulanık ve net değerlerin atanabilmesi için F-AHS kullanılır (Tripathi vd., 2022). Kriterlerin önem derecesi Fuzzy Karşılaştırma Ölçeğine göre belirlenmiştir (Tablo 1). F-AHS ikili karşılaştırma ölçeği ise üçgensel bulanık sayıları (triangular fuzzy number) mantığına göre çalışmaktadır. Üçgen bulanık sayılar küçük olasılık, muhtemel olasılık ve en büyük olasılık sayıları olarak tanımlanmaktadır (Tripathi vd., 2022). İkili karşılaştırmalar, pozitif Üçgen Bulanık Sayılar (TFN) ile temsil edilen değişkenlere dönüştürülmüş (Khashei-Siuki vd., 2020) ve kriterlere ait F-AHS ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur (Eşitlik 5). Uzman yargılarının Fuzzy ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibidir (Vahidnia vd., 2009):

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 5}$$

Burada; $i, j, = 1, \dots, n$ ve $i \neq j$ için $(\tilde{a}_{ij}) = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ve $\tilde{a}_{ij}^{-1} = (1/u_{ji}, 1/m_{ji}, 1/l_{ji})$

2.5. Uygunluk Analizi

Mekânsal birimlerinde uygun yer seçimine bağlı planlamaların çok kriterli kararlar doğrultusunda yapıldığı bilinmektedir. Deprem afetinin neden olduğu yıkım ile birlikte ortaya çıkan moloz atıklarının çevre ve insan sağlığı açısından nerelerde depolanması gerektiği sorularını akla getirmektedir. Bu doğrultuda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden AHS ve alternatif olarak F-AHS karşılaştırmalı olarak kullanılarak moloz atıkları için uygun yer seçimi önerisi yapılmıştır. Öncelikli olarak moloz atıkların depolanmasında coğrafi veri tabanında hazırlanan veri setleri mevcut kanun ve yönetmeliklerin incelenmesiyle uygun yer seçiminde etkili olan parametreler belirlenmiştir. Kullanılan bütün parametreler aynı projeksiyon (WGS 84) ve aynı hücre boyutunda (30*30 metre) raster veriye dönüştürülerek haritalanmıştır. Moloz atıklarının depolanmasında coğrafi değişkenlerin AHS ve F-AHS ağırlıkları birbiriyle tutarlı ikili karşılaştırma yargıları sonucu elde edilmiştir. AHS ve F-AHS'de yöntem aşamaları Excel ve Super Decision yazılımlarında hesaplanarak aşağıdaki eşitliğe göre uygunluk değerleri elde edilmiştir (Cengiz vd., 2013).

$$U = \sum_{i=1}^n WiXi \quad \text{Eşitlik 6}$$

Burada U , toplam arazi uygunluk puanı; Wi , i arazi uygunluk kriterinin ağırlık değeri; Xi , i arazi uygunluk kriterine ait alt kriter puanı; n , arazi uygunluk kriterinin toplam sayısıdır (Eşitlik 6) (Cengiz vd., 2013). Moloz atıkları için uygunluk alanları aşağıdaki formüle göre ArcGis 10.8 yazılımında Ağırlıklı Çakıştırma

(Weighted Overlay) ile analiz edilerek haritalanmıştır.

3. Bulgular

6 Şubat 2023 tarihinde Doğu Anadolu Fay (DAF) hattı üzerinde Kahramanmaraş merkezli iki deprem ve birçok artçı sarsıntı gerçekleşmiştir. Birinci deprem saat 04:17' de Kahramanmaraş ve Gaziantep arasında N37.288°, E37.043° koordinatının 8.6 km derinliğinde 7.7 (Mw) büyüklüğünde gerçekleşmiştir. İkinci deprem saat 13:24' de Kahramanmaraş'ın 62 km kuzey doğusunda N38.089°, E37.239° koordinatının 7 km derinliğinde 7.6 (Mw) büyüklüğünde gerçekleşmiştir. Bu depremlerde Hatay, Kahramanmaraş, Adıyaman, Malatya, Gaziantep, Elazığ, Osmaniye, Şanlıurfa, Diyarbakır, Kilis ve Adana'da önemli miktarda hasar ve yıkım olmuştur. Depremlerde en çok etkilenen illerden birisi ise Hatay olmuştur. Bu durumun birinci nedeni Hatay'ın DAF hattı üzerinde yer alması ve fay kırığının merkez üssüne olan yakınlığıdır. İkincisi, Amik Ovası'nda kurulan Antakya kenti ve bazı ilçelerinin yerleşim yeri olarak ova tabanını tercih etmesidir. Bu yüzden alüvyon zeminde gerçekleşen sıvılaşma nedeniyle depremin etkisinin arttığı gözlemlenmiştir. Üçüncüsü ise deprem yönetmeliğine uygun olmayan yapı stoğunun yoğun olmasıdır. Tüm bu faktörler 1.686.043 kişinin yaşadığı Hatay ili ölçeğinde büyük problemlere neden olmuştur. Deprem neticesinde ortaya çıkan atıkların çevresel ve toplumsal etkileri göz önüne alındığında, atıklar için lokasyon seçimi de afetin olumsuz etkilerini azaltmada önemli araçlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapılan saha çalışmalarında 18 adet moloz döküm alanı olduğu görülmüştür. Strateji ve Bütçe Başkanlığı'na göre (2023) 18 alanın 4.170.452 m² moloz alabileceği hesaplanmıştır. Hatay'da mesken, işyeri ve kamu binası olmak üzere toplam 406.849 yapının depremden etkilendiği tespit edilmiştir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Ayrıca il genelinde yıkık ve ağır hasarlı konut sayısı 215.255'tir. Orta hasarlı 25.957, az hasarlı konut sayısı ise 189.317'dir (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Bu durum dikkate alındığında ildeki molozların taşınması ve depolanması için büyük ölçekli moloz depolama sahalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı belirli alanları moloz döküm alanı olarak belirlemiştir. Bölgedeki acil durum neticesinde belirlenen sahalar için ilk kriterin kamu arazisi olması şartı aranmıştır. Ancak bazı alanlarda kamulaştırma çalışmaları da yapılmıştır. Alanların belirlenmesinde herhangi bir bilimsel metod uygulanmamıştır. Kamu arazisi olma kriterine ek olarak, hafriyatın taşınmasını kolaylaştırmak amacıyla eğimi düşük ve kentlere yakın alanların tercih edildiği gözlemlenmiştir. Tablo 2'de bakanlık tarafından belirlenen sahalar yer almaktadır. Mevcut olarak belirlenmiş 18 sahaya ek olarak il ölçeğinde hangi sahaların uygun olduğu araştırılmıştır. Bu doğrultuda moloz atıkları için yer seçimini etkileyen toplam 8 ana kriter ve 30'dan fazla alt kriter belirlenerek haritalanmıştır (Şekil 5). İlk aşamada uzman görüşleri doğrultusunda kriterlerin alt özelliklerine ilişkin bir puanlama yapılmıştır. Böylece ana kriterin alt kriter özelliğine verilecek olan puan ağırlığı belirlenmiştir. Fiziki coğrafya açısından jeolojik olarak geçirimsiz, eğim değerlerinin düşük, akarsu ağlarına uzak alanlar uygunluk puan değeri yüksektir. Arazi kullanımı ve ekolojik açıdan önemli tarım, orman, su yüzeyi, zeytinlik ve tabiat koruma alanları yakın çevresi uygunluk puan değerleri düşüktür (Tablo 3).

Tablo 2. Mevcut depolama alanları ve büyüklükleri.**Table 2.** Available storage areas and sizes.

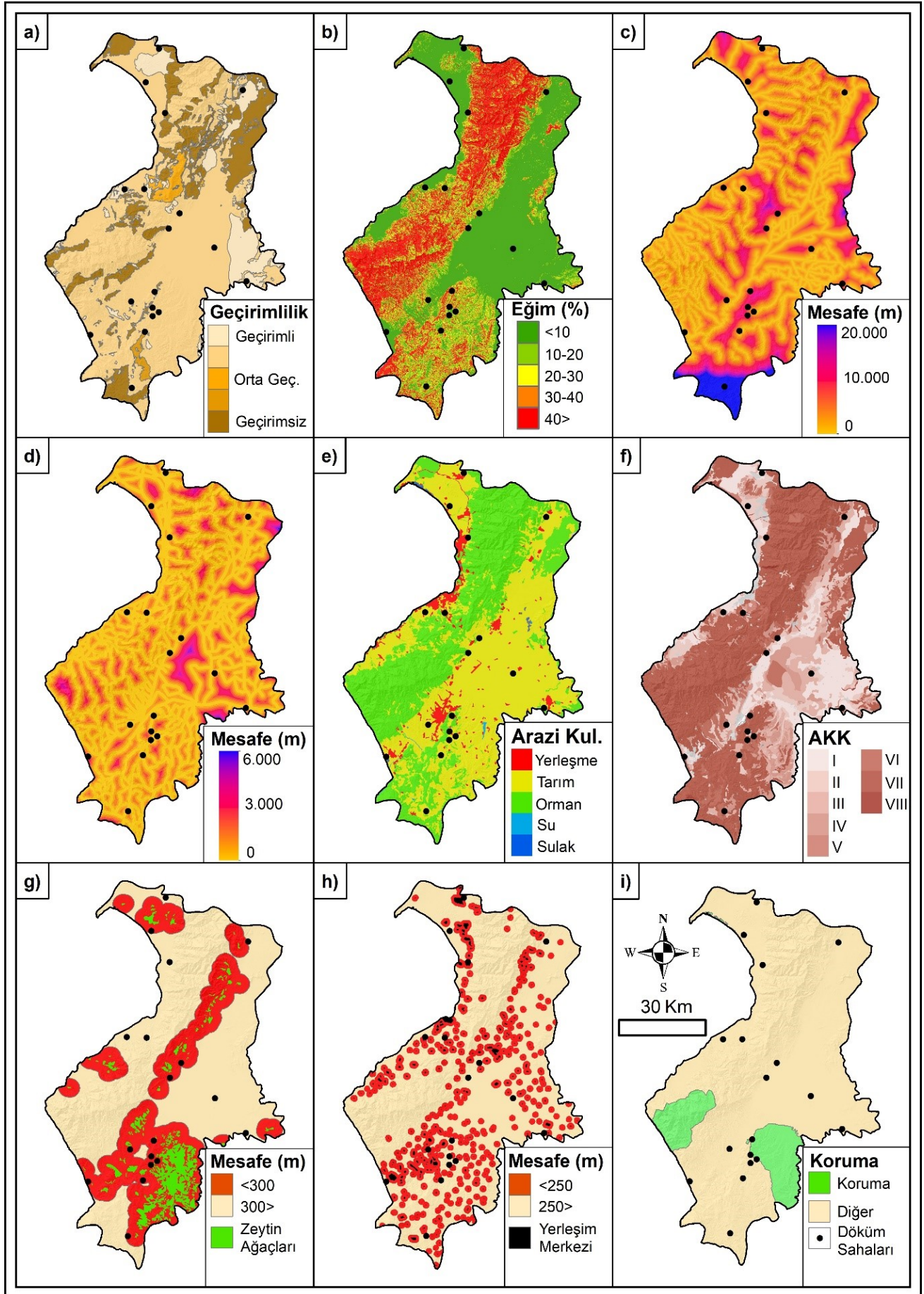
Sıra	İlçe-Alan Adı	Moloz Döküm Alanı	Büyüklüğü (m ²)	Sıra	İlçe-Alan Adı	Moloz Döküm Alanı	Büyüklüğü (m ²)
1.	Antakya	Narlıca	97.798	10.	Hassa	Akbez 1-2	76.704
2.	Defne	Koçören-1	56.000	11.	Kırıkhan	Belen Kırıcı Taşocağı	266.589
3.	Antakya	Kamberli-2	120.000	12.	Kumlu	Cunhuriyet	18.700
4.	Antakya-Defne	Barkas	210.000	13.	Payas	Kuzderesi	34.152
5.	Antakya-Defne	Enek-OBS	2.832.000	14.	Reyhanlı	Yenişehir	20.698
6.	Altınözü	Tepehan	46.984	15.	Samandağ	Çiğdede	44.000
7.	Arsuz-İskenderun	Karahüseyinli	163.000	16.	Yayladağ	Gürışık	27.065
8.	Dört Yol	Yeşilköy	77.253	17.	Yayladağ	Yukarıokçular	22.553
9.	Erzin	İsalı	16.080	18.	Belen	İssume	40.876

Tablo 3. Uygun yer seçiminde kullanılan kriterlerin alt kriter puanları
Table 3. Sub-Criteria scores of the criteria used in selecting the appropriate site

Jeoloji	Değer	Eğim (%)	Değer
Çok Geçirimli	0	< 10	5
Geçirimli	1	10-20	2
Yarı Geçirimli	2	20-30	1
Az Geçirimli	3	30-40	3
Geçirimsiz	5	40>	4
Akarsulara Uzakhk (m)	Değer	Ana Yollara Uzakhk (m)	Değer
<300	1	< 100	5
300-700	2	100-200	4
700-1000	3	200-300	3
1000-2000	4	300-400	2
2000-5000	5	400>	1

Tablo 3. Uygun yer seçiminde kullanılan kriterlerin alt kriter puanları (Devamı)**Table 3.** Sub-Criteria scores of the criteria used in selecting the appropriate site (Continued)

Arazi Kullanımı	Değer	Arazi Kullanımı Kabiliyet	Değer
Yerleşim Alanı	1	I. Sınıf	1
Tarım Alanı	1	II. Sınıf	1
Orman Alanı	2	III. Sınıf	2
Su Yüzeyi	1	IV. Sınıf	3
Sulak Alan	0	V. Sınıf	4
Zeytin Koruma Alanı (m)	Değer	VI. Sınıf	Değer
< 300	0	VII. Sınıf	5
300>	5	VIII. Sınıf	5
Yerleşmelere Uzakhk (m)	Değer	Tabiat Koruma Alanı	Değer
< 250	1	Korunan Alan	0
250>	5	Diğer	5



Şekil 5. Yer seçimi analizinde kullanılan ana kriterler a) Jeoloji, b) Eğim, c) Akarsulara Uzaklık, d) Ana Yollara Uzaklık, e) Arazi Kullanımı, f) Arazi Kullanımı Kabiliyeti, g) Zeytinlik Koruma Mesafesi, h) Yerleşim Merkezlerine Uzaklık i) Tabiat Koruma Durumu.
Figure 5. Main criteria used in site selection analysis a) Geology, b) Slope, c) Distance to Rivers, d) Distance to Main Roads, e) Land Use, f) Land Use Capability, g) Protection Distance to Olive Groves, h) Distance to Settlement Centers, i) Nature Conservation Status.

İkinci aşamada ise uygunluk sınıflarını etkileyen ana kriter puanları veya karar seçeneklerinin öncelik vektörü hesaplanmıştır. Kriter puanlarının hesaplanmasında ilk olarak uzman görüşleri doğrultusunda ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. İkili karşılaştırmalar, her bir kriter için uzmanların grup çalışmaları kararlarının geometrik ortalamalarının alınması sonucu elde edilmiştir. Tablo 4 ve Tablo 5'te bulunan matris bu çalışmadaki ölçütlerin karşılaştırılarak etki değerlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. İkili karşılaştırma karar vericinin tecrübe ve bilgisine dayanmaktadır (Chandran vd., 2005). AHS analizinde ikili karşılaştırma tekniği ile yargılar kesin sayılara dönüştürülür. F-AHS ise, çok kriterli karar süreçlerinde belirsizlik ya da sü-

jektiflik bulunması durumunda hataların düzeltilmesi için kesin sayıları bulanık sayılara çevirir ve daha iyi bir çözüm sunar (Chan & Kumar, 2007). Keskin değerlerin kullanıldığı AHS'den farklı olarak, F-AHS'de kıyaslama oranları bir değer aralığında verildiğinden ötürü uygulamacıya daha rahat hareket imkânı sağlamaktadır (Bender & Simonovic, 2000). Böylece hem objektif hem de sübjektif kriterlerle çalışma imkânı sağlanır. AHS ve F-AHS ikili karşılaştırmalarında uzmanların araştırma sahasındaki koruma alanlarının korunmasına önem vererek diğer faktörlere göre daha yüksek derecede puanladığı görülmektedir.

Tablo 4. Kriterlere ait AHS ikili karşılaştırma matrisi.

Table 4. AHP binary comparison matrix of criteria.

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eğim (1)	1	1/5	1/3	1/2	1/3	1/4	1/5	1/8	1/9
Jeoloji (2)	5	1	2	4	3	2	2	1	1/2
Akarsulara Uzaklık (3)	3	1/2	1	3	2	1	1/2	1	1/2
Yerleşmelere Uzaklık (4)	2	1/4	1/3	1	1/2	1/3	1/3	1/4	1/5
Ana Yollara Uzaklık (5)	3	1/3	1/2	2	1	1/2	1/3	1/3	1/4
Arazi Kullanımı (6)	4	1/2	1	3	2	1	1	1/2	1/3
Arazi Kullanımı Kabiliyeti (7)	5	1/2	2	3	3	1	1	1/2	1/3
Zeytin Koruma Alanı (8)	8	1	1	4	3	2	2	1	1/2
Tabiat Koruma Alanı (9)	9	2	2	5	4	3	3	2	1
Toplam	40	6.28	10.16	25.5	18.83	10.58	10.36	6.7	3.22

Tablo 5. Kriterlere ait F-AHS ikili karşılaştırma matrisi.

Table 5. F-AHP binary comparison matrix of criteria.

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(1)	(1,1,1)	(1/6,1/3,1/4)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/6,1/3,1/4)	(1/6,1/3,1/4)	(1/6,1/7,1/8)	(1/6,1/7,1/8)
(2)	(4,5,6)	(1,1,1)	(2,3,4)	(4,5,6)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)
(3)	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)
(4)	(2,3,4)	(1/6,1/3,1/4)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/6,1/3,1/4)	(1/6,1/3,1/4)
(5)	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	(1/6,1/3,1/4)
(6)	(4,5,6)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)
(7)	(4,5,6)	(1,2,3)	(1,2,3)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1,2,3)
(8)	(6,7,8)	(1,1,1)	(1,1,1)	(4,5,6)	(2,3,4)	(2,3,4)	(1,2,3)	(1, 1, 1)	(1/4,1/3,1/2)
(9)	(6,7,8)	(2,3,4)	(2,3,4)	(4,5,6)	(4,5,6)	(2,3,4)	(1,2,3)	(2,3,4)	(1,1,1)

İkili karşılaştırmalar sonucu analizlerde kullanılan kriterlerin AHS ve F-AHS ağırlık puanları elde edilmiştir. Tablo 6'da analizde kullanılan ana ölçütlerin ağırlıklı puanları verilmiştir. Her iki yöntemin analiz sonuçlarına göre, tabiat koruma alanları, zeytin koruma alanları ve jeoloji kriterleri moloz atıkları uygun yer seçiminde en önemli etkiyi oluşturmaktadır. Eğitim, yerleşmelere uzaklık ve ana yollara uzaklık ise diğer faktörlere göre uygun yer seçimi üzerinde daha az öneme sahip kriterlerdir. Bu çalışmada kriterlere ait aşağıda gösterilen ağırlık değerlerinin çakıştırılmasıyla deprem sonrası Hatay İli'nde moloz atıkları için yer seçimi önerisinde bulunulmuştur (Tablo 6).

Yer seçimi önerisi için dikkate alınan kriterlerin de analize dahil edilmesiyle uygunluk sınıfları oluşturulmuştur (Şekil 6). Uygunluk sınıfları uygun değil, az uygun, orta derecede uygun, uygun ve çok uygun olmak üzere beş sınıf olacak şekilde incelenmiştir. Uygunluk haritası hem AHS hem de F-AHS analizine göre üretilmiş, bu sayede olası hatalar en aza indirilmiştir. Böylece sonuçların karşılaştırılmasına imkan sağlayan farklı yöntemlere göre uygunluk sınıfları belirlenmiş ve kriterlerin üst üste bindirilmesiyle moloz atıkları için optimal yer seçimi önerisi getirilmiştir.

AHS tabanlı uygunluk analizi sonuçlarına göre Hatay İli topraklarının neredeyse yarısı (%49.9) moloz dökümü için "uygun değil"dir. Bu durumun en önemli nedeni, tarım, orman, su yüzeyi, tabiat koruma alanı gibi ekolojik anlamda hassas alan varlığının il genelinde büyük bir alan kaplamasıdır. Moloz alanları için "az uygun" arazilerin oranı %1, "orta derecede uygun" arazilerin oranı %25.5, "uygun" arazilerin oranı %18.4 ve "çok uygun" arazilerin oranı ise %5.2'ine karşılık gelmektedir. F-AHS analiz sonuçları da oransal olarak benzer sonuçlar sunmaktadır. Uygunluk sınıfları ve oransal dağılımları Hatay ilinin coğrafi yapısı ile ilişkili olarak arazi kullanım durumuna göre değişiklik göstermektedir (Tablo 7).

Analiz sonuçlarına göre uygun ve çok uygun sahalarda genellikle ilin kuzeydoğu bölgesine karşılık gelen Hassa ve Kırıkhan ilçelerinde bulunmaktadır. Bu ilçelerin doğusunda bulunan ve orman örtüsünden yoksun çıplak dağlık tepelik araziler moloz depolama için en uygun alanlara karşılık gelmektedir. Ayrıca ilin güneyinde Suriye sınırında yer alan Yayladağı İlçesi'nin güneyi ve batısı moloz döküm alanları için bir diğer en uygun alanları oluşturmaktadır. Diğer taraftan Erzin, İskenderun ve Dört Yol il-

Tablo 6. Analizlerde kullanılan kriterlerin ağırlık puanları.

Table 6. Weight scores of criteria used in analysis.

Kriterler	AHS			F-AHS		
	%	Normalize	Sıralama	%	Normalize	Sıralama
Eğitim (1)	4	0.04	9	3	0.03	9
Jeoloji (2)	14	0.14	3	16	0.16	3
Akarsulara Uzaklık (3)	12	0.12	4	10	0.10	4
Yerleşmelere Uzaklık (4)	4	0.04	8	5	0.05	8
Ana Yollara Uzaklık (5)	5	0.05	7	6	0.06	7
Arazi Kullanımı (6)	9	0.09	6	9	0.09	5
Arazi Kullanımı Kabiliyeti (7)	10	0.10	5	9	0.09	6
Zeytin Koruma Alanı (8)	17	0.17	2	15	0.17	2
Tabiat Koruma Alanı (9)	25	0.25	1	27	0.27	1
Toplam	100	1	-	100	1	-

Tablo 7. Moloz atıkları için uygunluk sınıflarının değerleri.

Table 7. Values of conformity classes for rubble waste.

Önem Derecesi	AHS		F-AHS	
	Alan (Km ²)	%	Alan (Km ²)	%
Uygun Değil	2746	49.9	2746	49.9
Az Uygun	58	1.1	62	1.1
Orta Derecede Uygun	1407	25.5	1445	26.2
Uygun	1010	18.3	933	16.9
Çok Uygun	286	5.2	321	5.8
Toplam	5507	100	5507	100

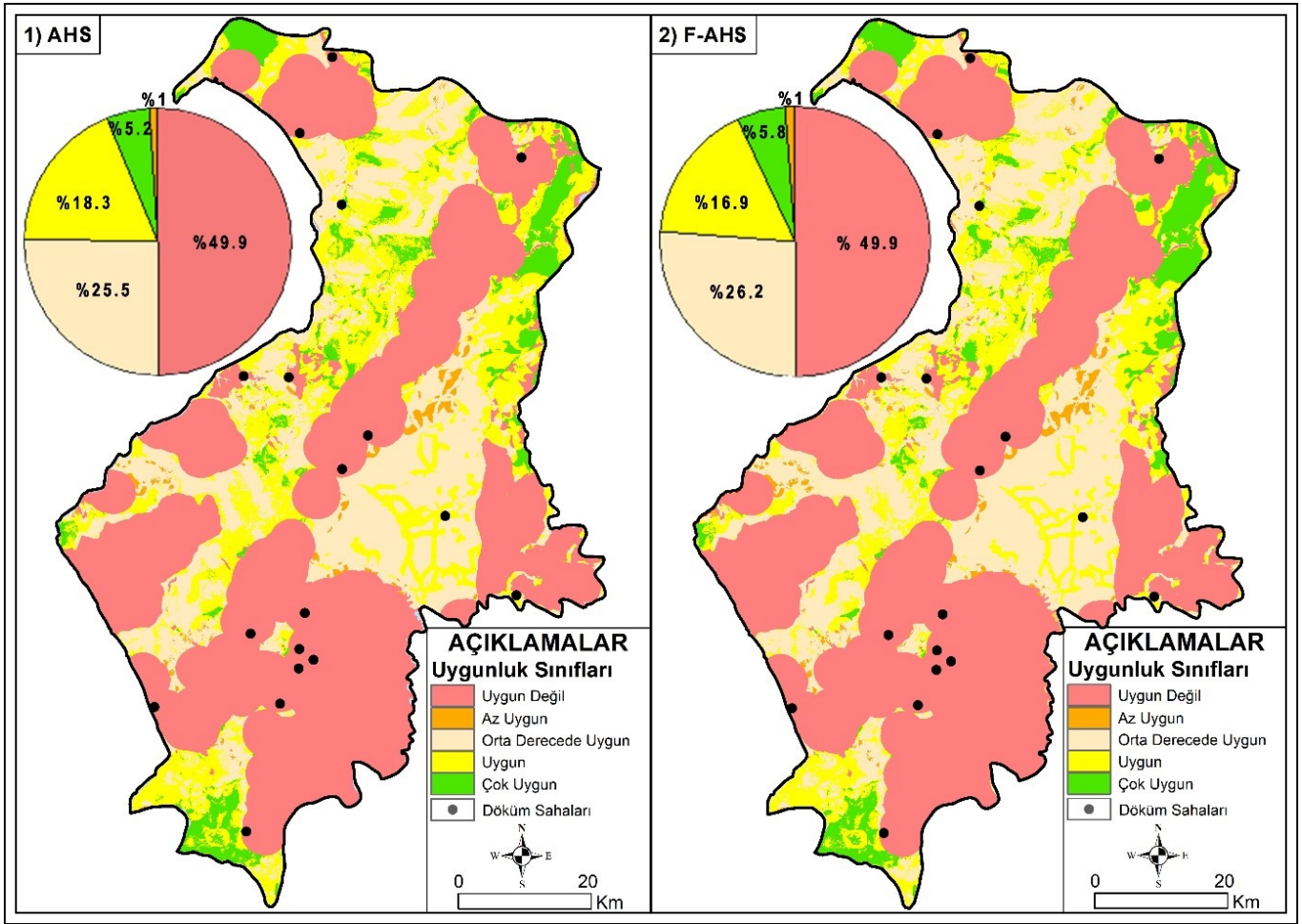
çelerinde döküm alanlarının yerleşim birimleri ile iç içe, orman ve zeytinliklere çok yakın olduğu dikkat çekmektedir.

Moloz dökümü için uygun olmayan alanlar daha önce de ifade edildiği gibi ilin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Hatay İli'nin su ve orman varlığı, tabiat koruma alanları ve tarımsal arazilerin fazlalığı gibi nedeniyle moloz dökümü için uygun alanlar daha sınırlıdır. Bu nedenlerle ilin güney kesimlerinde uygun olmayan araziler daha fazladır. Özellikle tarım arazileri ve zeytinliklerin yoğunluğu, tabiat koruma alanlarının varlığı nedeniyle Antakya ve Defne merkez ilçe ile Altınöz ve Samandağı ilçe arazilerinin önemli bir bölümü moloz dökümü için uygun değildir. Bunun yanı sıra DAF boyunca yerleşme ve tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı alanların uygun olmadığı dikkat çekmektedir. Hatay İli'nde uygun olmayan arazilerin güneyden kuzeye doğru göreceli azalma trendinde olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları, yerleşim birimlerine yakın, arazi kabiliyeti ve tarım potansiyeli yüksek, orman ve su yüzeyi gibi doğal peyzaj değerleri fazla olduğu arazilerin moloz depolama ve dökümü için uygun olmadığını göstermektedir (Şekil 6).

Analizlere göre mevcut moloz alanların %72'si uygun değil, %6 si orta derecede uygun, %22 si ise uygun arazilerin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan çıkan en önemli sonuç belirlenen kriterlere göre ortaya çıkan AHS analizi ve mevcut döküm alanları arasında önemli farklılıkların tespiti olmuştur (Tablo 8). Dolayısıyla afetin ardından moloz döküm alanları belirlenirken bilimsel temelleri olmayan karar süreçleri sonucunda belirlendiği saptanmıştır. Bu nedenle mutlak derecede korunması gereken tarım arazileri ve ekolojik önemi yüksek olan sulak alanlar, ormanlar vb. alanlar risk altındadır (Şekil 6).

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın amacı kapsamında elde edilen bulgulara göre molozların depolanacağı mevcut alanların değerlendirilmesi ve yeni uygun alanların tespiti gerçekleştirilmiştir. Buna göre çalışmada 8 ana kriter ile 30'dan fazla alt kriter belirlenerek ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre Hatay İli ölçeğindeki arazinin %49.9'unun moloz dökümü ve depolamasına uygun olmadığı belirlenmiştir. Yine analiz sonuçlarına göre çok uygun arazilerin yalnızca %5.2 olduğu tespit edilmiştir. Bu



Şekil 6. Moloz atıkları için uygunluk haritası 1) AHS uygunluk haritası, 2) F-AHS uygunluk haritası.

Figure 6. Suitability map for debris waste 1) AHP suitability map, 2) F-AHP suitability map.

durumda etkili olan faktörlerin ise Hatay'ın tarım, turizm, korunulan alan ve kentleşme olduğu söylenebilir. Diğer taraftan Hatay'da moloz dökümü gerçekleştirilen 18 saha göz önüne alındığında, bu alanlardan yalnızca 5 tanesinin afete bağlı molozların depolanması için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Başka bir deyişle, Kahramanmaraş depremlerine bağlı ortaya çıkan büyük miktarda moloz, uygun olmayan sahalara taşınarak depolanmaktadır.

Depremın yıkıcı etkilerinin daha fazla yaşandığı Antakya'da moloz depolama alanları kentsel alana oldukça yakın konumda olup, gerek insan sağlığı gerekse de doğal yaşam açısından uzun vadeli önemli riskler barındırmaktadır (Ünal ve Yavuz, 2023). Bu atıkların yönetimi, ayrıştırılması ve dönüştürülmesi meselesi çok farklı çalışmalarla ve uygulamalarla desteklenebilir. Bu kapsamda moloz alanların uygun süreçlerden geçerek insanların rekreasyon alanları şeklinde yeniden organize edilebilir (Harkness, Schmitt, Riggins, 1983; Clark, Jambeck, Townsend, 2006; Turskis, Lazauskas, Zavadskas, 2012; Kopel, Malkinson, Wittenberg, 2015).

Moloz kentin batı, kuzeybatı ve güneydoğusunda bulunan uygun ve çok uygun alanlarda yeniden planlanması önerilmektedir. Gerçekleşen deprem hem ölçeği hem süresi bakımından birçok şehri etkilese de bölgenin kadim yerleşim tarihi, yeniden toplumdaki sistemleri onararak dirençli kentlere doğru bir dönüşümü sağlayabilir (Kavanoz, 2020).

Büyük ölçekli ve yıkıcı bir afetin sonrasında ortaya çıkan yıkıntıların taşınması ve depolanması süreçleri çevre ve halk sağlığı için çok önemlidir. Söz konusu atıklar için kısa, orta ve uzun vadeli planlamaların afet öncesinde tamamlanması elzemdir. Başta yeraltı ve yer üstü su kaynakları ile, tarım, orman ve ekolojik olarak önemli alanların korunması birinci öncelik olmalıdır (Şener vd., 2011). Bunu yaparken de literatürde önerildiği gibi AHP yöntemine ek olarak CBS'nin de kullanılarak analiz sonuçlarının mekânsal görünürlüğü sağlanmalıdır (Aydemir-Karadağ, 2019).

Her il ölçeğinde yönetmeliklere uygun olarak belirlenecek kriterler kapsamında potansiyel moloz döküm alanları afet öncesinde belirlenmelidir. Böylece moloz döküm sürecinde yaşanan karmaşanın önüne geçilmiş olacaktır (Güzel 2023). Ayrıca geniş bir zaman diliminde tüm yönleriyle ele alınacak alan belirleme süreci sağlıklı bir şekilde ortaya konulmuş olacaktır. Bu tür depremler sonrasında ortaya çıkan molozlar Atık Yönetimi Yönetmeliği dikkate alındığında tehlikeli atık sınıfında yer almaktadır. Dolayısıyla CBS kullanılarak yapılacak uygun alan tespitlerinde, sahalarda tehlikeli atık bertarafı için uygunluğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 8. Moloz atıkları için mevcut alanların uygunluğu.**Table 8.** Suitability of existing areas for debris waste.

Sıra	İlçe-Alan Adı	Moloz Alanı	Döküm	Büyüklüğü (m2)	Uygunluk Durumu	Nedeni
1.	Antakya	Narlıca		97.798	Uygun değil (1)	Yerleşme+Zeytinlik
2.	Antakya-Defne	Koçören-1		56.000	Uygun değil (1)	Yerleşme+Zeytinlik
3.	Antakya	Kamberli-2		120.000	Uygun değil (1)	Zeytinlik
4.	Antakya-Defne	Barkas		210.000	Uygun değil (1)	Tarım+Zeytinlik
5.	Antakya-Defne	Enek-OBS		2.832.000	Uygun değil (1)	Yerleşme+Zeytinlik+Orman
6.	Altınözü	Tepehan		46.984	Uygun değil (1)	Yerleşme+Zeytinlik
7.	İskenderun-Arsuz	Karahüseyinli		163.000	Uygun değil (1)	Tarım
8.	Dört Yol	Yeşilköy		77.253	Uygun değil (1)	Zeytinlik+Yerleşme
9.	Erzin	İsalı		16.080	Uygun değil (1)	Yerleşme+Orman
10.	Hassa	Akbez 1-2		76.704	Uygun değil (1)	Yerleşme+Zeytinlik
11.	Kırıkhan	Belen Kırıcı Taşocağı		266.589	Orta derece uygun (3)	
12.	Kumlu	Cumhuriyet		18.700	Orta derece uygun (3)	
13.	Payas	Kuzderesi		34.152	Orta derece uygun (3)	
14.	Reyhanlı	Yenişehir		20.698	Uygun (4)	
15.	Samandağ	Çiğdede		44.000	Uygun değil (1)	Yerleşme+Kıyı
16.	Yayladağ	Gürşık		27.065	Uygun (4)	
17.	Yayladağ	Yukarıokçular		22.553	Uygun değil (1)	Yerleşme
18.	Belen	İssume		40.876	Uygun değil (1)	Zeytinlik

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Yazar katkısı/Author contribution: Çalışma konsepti ve tasarımı M. Y. ve M.A.Ö. tarafından yapılmıştır. İ.G., E.A. ve D.D. tarafından veriler toplanmış ve yorumlaması yapılmıştır. İlk yazım kısmı M. Y. tarafından yapıp daha sonradan M.A.Ö. tarafından da okunmuş, en son gerekli düzeltmeler M. Y. ve E.A. tarafından yapılmıştır. *The study concept and design were made by M. Y. and M.A.Ö. Data were collected and interpreted by İ.G., E.A. and D.D. The first writing part was made by M. Y. and later read by M.A.Ö., the last necessary corrections were made by M.Y. and E.A.*

Katkı Belirtme: Bu araştırma 123D023 proje koduyla, 2023 yılında "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depreminde Yıkılan Konutların Moloz Atıklarının Depolanması İçin Cbs İle Uygun Arazilerin Tespit Edilmesi" başlığı ile TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı kapsamında desteklenmiştir. *This research, with project code 123D023, has been supported by the TÜBİTAK 1002-C Emergency Support Program for Field Studies Focused on Natural Disasters, with the title "Identification of Suitable Areas for the Storage of Debris from Buildings Collapsed in the February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquake Using GIS."*

Kaynakça

Akbulak, C. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 557-576. <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/ajindex-1423936517.pdf>

Akinci, H., Yavuz Özalp, A. & Turgut B. (2012). AHP Yöntemi ile tarıma uygun alanların belirlenmesi, IV. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (1-10).

Aydemir-Karadağ, A. (2019). Katı atık depolama tesisi yer seçimi için birleştirilmiş hedef programlama ve AHP yaklaşımı. *International Journal of Engineering Research and Development*, 11(1), 211-225. <https://doi.org/10.29137/umagd.412446>

Bender, M. J., & Simonovic, S. P. (2000). A fuzzy compromise approach to water resource systems planning under uncertainty. *Fuzzy sets and Systems*, 115(1), 35-44. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(99\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(99)00025-1)

Biricik, A. S. & Korkmaz, H. (2001). Kahramanmaraş'ın depremselliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (3), 53-82. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/450/565758>

Bozdağ, A., Yavuz, F., & Günay, A. S. (2016). AHP and GIS based land suitability analysis for Cihanbeyli (Turkey) County. *Environmental Earth Sciences*, 75(9). <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5558-9>

Canpolat, F. A. & Toprak, A. (2022). Kırsal konutların yer seçimi

minde FO, AHS ve LR yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi, Keban Çayı Havzası (Elazığ) Örneği. *Coğrafya Dergisi*, (44), 131-149. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-987351>

Cengiz, T., Akbulak, C., Özcan, H. & Baytekin, H. (2013). Gökçeada'da optimal arazi kullanımının belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tar. Bil. Der.*, 19, 148-162. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001239

Chan, F. T., & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*, 35(4), 417-431. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.08.004> Get rights and content

Chandran, B., Golden, B., & Wasil, E. (2005). Linear programming models for estimating weights in the analytic hierarchy process. *Computers & Operations Research*, 32(9), 2235-2254. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.02.010>

Clark, C., Jambeck, J., & Townsend, T. (2006). A review of construction and demolition debris regulations in the United States. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36(2), 141-186. <https://doi.org/10.1080/10643380500531197>

Coşkun, H., & Öztürk, M. (2012). Katı atık yönetimi konusunda inşaat sektörü paydaşlarının algılamaları: Hatay ili örneği. *Engineering sciences*, 7(1), 299-310.

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, (2023). 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu, *SBB Deprem Sonrası Değerlendirme Raporu*, 2 Mayıs 2023 tarihinde <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf>, adresinden edinilmiştir.

Çağlıyan, A., Dağlı, D. (2017). *Malatya Havzası'nda meyveciliğe uygun alanların CBS tabanlı analitik hiyerarşi yöntemi ile coğrafi analizi. Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (471-479).

Çavuş, Z. C. & Koç, T. (2015). Çanakkale Boğazı doğusunda arazi kullanım uygunluğunun yerleşme açısından analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 13 (1), 41-60. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000162

ÇŞİDB. (2005). Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (4. Bölüm). *Çevre, Şehir ve İklim Değişikliği Bakanlığı*. tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=13887&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> adresinden erişildi.

Dağlı, D. & Çağlayan, A. (2016). Analitik hiyerarşi süreci ile optimal arazi kullanımının belirlenmesi: Melendiz Çayı havzası örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (66), 83-92. <https://doi.org/10.17211/tcd.28071>

Demirağ Turan, İ. & Uzun, A. (2021). Analitik hiyerarşik süreç ve CBS teknikleri kullanılarak Çorum Çayı havzasında toprak erozyonu riskinin modellenmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar*

- Dergisi*, (6), 41-55. <https://doi.org/10.46453/jader.843857>
- DKMP. (2022). Hatay Avlaklar harıtası 2021-2022. *Tarım ve Orman Bakanlığı / Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü*. tarihinde <https://hatay.jandarma.gov.tr/2021-2022-yili-avlak-haritasi> adresinden erişildi.
- DSİ. (2017). Yerüstü Suları İçin Koruma Esasları ve Koruma Alanlarına Dair Yönetmelik (3. Bölüm). *Orman ve Su İşleri Bakanlığı*. Ankara.
- Everest, T., Sungur, A., & Özcan, H. (2021). Determination of agricultural land suitability with a multiple-criteria decision-making method in Northwestern Turkey. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(5), 1073–1088. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02869-9>
- Gorsevski, P. V., Donevska, K. R., Mitrovski, C. D., & Frizado, J. P. (2012). Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average. *Waste management*, 32(2), 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.023>
- Güzel, İ. (2023). Kahramanmaraş ve Hatay Depremlerinden (6 ve 20 Şubat 2023) Kaynaklı Bina Yıkım Moloz Atıklarının Yol Üstyapı Tabanında Kullanımının Maliyet Değerlendirmesi. *International Conference on Pioneer and Innovative Studies* (Vol. 1, pp. 151-156) <https://doi.org/10.59287/icpis.821>.
- Harkness, T. G., Schmitt, L. J. & Riggins, R. E., (1983). Construction Engineering Research Lab (Army) Champaign Il. Recreational Reuse of Waste Disposal Sites—Chanute Air Force Base, Illinois (p. 0100). US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratory. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA138248.pdf> adresinden ulaşıldı.
- HGM. (2012). Hatay İli Topografik Haritası 1/100.000 Ölçekli. *Harita Genel Müdürlüğü*.
- Karabacak, K. (2021). Tarımsal arazi kullanım uygunluğu analizi: Lefkoşa (KKTC) Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (52) , 312-331. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sufesosbil/issue/62198/882448>
- Kavanoz, S. E. (2020). “Kentsel Direnç” Kavramı Üzerine. *Kent ve Çevre Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 5-24. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yykentcevre/issue/55330/733459> adresinden ulaşıldı.
- Kaymaz, Ç. K., & Özşahin, E. (2013). *Hatay İlinin potansiyel ekoturizm alanlarının coğrafi açıdan değerlendirilmesi (Doğu Akdeniz)*. 2. *Doğu Akdeniz Turizm Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (161-179).
- Khashei-Siuki, A., keshavarz, A., & Sharifan, H. (2020). Comparison of AHP and FAHP methods in determining suitable areas for drinking water harvesting in Birjand aquifer. Iran. *Groundwater for Sustainable Development*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100328>
- Kopel, D., Malkinson, D., & Wittenberg, L. (2015). Characterization of vegetation community dynamics in areas affected by construction waste along the urban fringe. *Urban ecosystems*, 18, 133-150. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0396-6>
- Küçükönder, M., & Karabulut, M. (2007). Çok Kriterli analiz yöntemi kullanılarak Kahramanmaraş'ta çöp depolama alanı tespiti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2), 55–76. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000075
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley and Sons, NewYork.
- MTA. (2002). *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1/500.000 Ölçekli Jeoloji Haritası*. Ankara. tarihinde https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/SINO_P.pdf adresinden erişildi.
- MTA. (2012). 1/250.000 Ölçekli Diri Fay Haritası. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*. tarihinde <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/diri-fay-haritalari> adresinden erişildi.
- Özdağoğlu, A. & Özdağoğlu, G. (2007). Comparison of AHP and Fuzzy AHP for the Multi-Criteria Decision Making Processes with Linguistic Evaluations. *Istanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6 (11), 65-85. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ticaret/bd/issue/21351/229042>
- Özşahin, E. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi. *Journal of Human Sciences*, 11(1), 861–879.
- Öztürk, D. ve Batuk, F. (2007). Çok sayıda kriter ile karar vermede kriter ağırlıkları, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-98.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saaty T.L. (1980). *The analytical hierarchy process*. McGraw Hill.
- Salifu, E., Agyei Agyare, W., & Abdul-Ganiyu, S. (2022). Evaluation of land suitability for crop production in Northern Ghana Using GIS and AHP based techniques. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 9(4), 46–56. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1022275>
- Sarkar, B., Das, P., Islam, N., Basak, A., Debnath, M. & Roy, R. (2022) Land suitability analysis for paddy crop using GIS-based Fuzzy-AHP (F-AHP) method in Koch Bihar district, West Bengal. *Geocarto International*, 37(25), 8952-8978. <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.2007299>
- Şen, S. (2023). Kahramanmaraş depremlerinin ekonomiye et-

- kisi. *Diplomasi ve Strateji Dergisi*, 4, 1-55. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3049226>
- Şener, Ş., Sener, E., & Karagüzel, R. (2011). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: A case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1-4), ss. 533-554. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1403-x>
- Tarım ve Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, (2022). *Ürün raporu: Turunçgiller*. TEPGE Yayın.
- Taşdemir, M., & Göksu, Z. L. (2001). Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) bazı su kalite özellikleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 18(1).
- Timor, M. (2011). *Analitik hiyerarşi prosesi*, Türkmen Kitabevi.
- Topuz, M., & Deniz, M. (2023). Application of GIS and AHP for land use suitability analysis: case of Demirci district (Turkey). *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01609-x>
- Tripathi, A. K., Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2022). Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, India. *GeoJournal*, 87(5), 3507-3528. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10445-y>
- Turskis, Z., Lazauskas, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Fuzzy multiple criteria assessment of construction site alternatives for non-hazardous waste incineration plant in Vilnius city, applying ARAS-F and AHP methods. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2), 110-120. <https://doi.org/10.3846/16486897.2011.645827>
- TÜGEM. (1939). Zeytinliklerin Tesisi, Toprak İşleme, Bakım ve Budama, Hasat ve Zeytinliklerin Korunması Dair Yönetmelik (3. Bölüm). *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı*. tarihinde [https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104783](https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=4995&mevzuatTur=KurumVeKurulYonetmeligi&mevzuatTertip=5#:~:text=Zeytin ağaçlarını izinsiz kesenler veya,Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer. adresinden erişildi.</p>
<p>Ustaoglu, E., & Aydınoglu, A. C. (2020). Suitability evaluation of urban construction land in Pendik district of Istanbul, Turkey. <i>Land Use Policy</i>, 99. <a href=)
- Ünal, S. B., & Yavuz, C. I. (2023). Afet Atıkları ve Depremlerin Atık Yükü. *Toplum ve Hekim*, 38(5). https://www.belgelik.dr.tr/ToplumHekim/kayit_goster.php?Id=3157 adresinden erişildi.
- Vahidnia, M. H., Alesheikh, A. A., & Alimohammadi, A. (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3048-3056. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.04.010>
- Wang, G., Qin, L., Li, G., & Chen, L. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. *Journal of environmental management*, 90(8), 2414-2421. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.008>
- Weerakoon, K. (2014). Suitability analysis for urban agriculture using GIS and multi-criteria evaluation. *International Journal of Agricultural Science and Technology*, 2(2), 69. <https://doi.org/10.14355/ijast.2014.0302.03>

TÜRK COĞRAFYA DERGİSİ

TURKISH GEOGRAPHICAL REVIEW

Sayı/Volume 83, Aralık/December 2023



İçindekiler / Contents

Editörden.....	1-6
Araştırma Makaleleri/Research Articles	
Cihan BAYRAKDAR, Onur HALİS, Ergin CANPOLAT, Mehmet Fatih DÖKER, Ferhat KESERCİ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü depremi (Mw 7.6) ile ilişkili Çardak Fayı yüzey kırığının tektonik jeomorfolojisi” <i>Tectonic geomorphology of the Çardak Fault surface rupture associated with the February 6, 2023 Kahramanmaraş-Ekinözü earthquake (Mw 7.6)</i>7-22
Hüseyin TUROGLU, Osman SARIGÜL	Geomorphological deformation examples induced by the February 06, 2023, Pazarcık earthquake (Kahramanmaraş, Türkiye) <i>06 Şubat 2023, Pazarcık (Kahramanmaraş, Türkiye) depreminin neden olduğu jeomorfolojik deformasyon örnekleri</i>23-34
Fatih ADIGÜZEL	06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 Mw. ve Elbistan 7.6 Mw.) depremleri sonrası Kahramanmaraş şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin incelenmesi <i>06 february 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 Mw. and Elbistan 7.6 Mw.) earthquakes and investigation of particulate matter pollution in Kahramanmaraş city</i>35-43
Yücel DİNÇ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası yeniden yapılanma sürecinde yere bağlılığın değerlendirilmesi: Antakya (Hatay) örneği <i>The evaluation of place attachment in the reconstruction process after the 6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes: The case of Antakya (Hatay)</i>45-57
İskender DÖLEK, Rezzan EKİNCİ, Hamdi ALKAN, Aydın BÜYÜKSARACI, Yunus Levent EKİNCİ	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında Muş ili ve çevresinin deprem tehlikesine yönelik bir değerlendirme <i>An assessment of earthquake hazard of Muş province and its surrounding after the 6 february 2023 Kahramanmaraş-centered earthquakes</i>59-71
İskender DÖLEK, Taygun UZELLİ İsmail EGE, Ömer ÇELİK	6 Şubat Kahramanmaraş depremleri ile oluşan kütle hareketlerine bir örnek: Tepehan Heyelanı <i>An example of mass movements caused by The Kahramanmaraş earthquake of February 6: Tepehan Landslide</i>73-86
Merve SANDIKÇIOĞLU, Ali UZUN Belgin SOL, Serkan SABANCI	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Gölbaşı Havzası'nda sebep olduğu yüzey deformasyonları ve yerleşmeler üzerindeki etkileri, Adıyaman/ Türkiye <i>Surface deformations caused by 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes in Gölbaşı Basin and their effects on settlements, Adıyaman/ Türkiye</i>87-99
İrfan KAYGALAK	Kahramanmaraş depremlerinin demografik ve ekonomik etkilerinin coğrafi analizi <i>Geographical analysis of demographic and economic impacts of Kahramanmaraş earthquakes</i>101-114
Muzaffer BAKIRCI, Müjde AYDOĞDU	Deprem ve ulaşım: Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan) depremlerinin ulaşımına ilişkin mekânsal yansımaları <i>Earthquake and transportation: Spatial reflections of Kahramanmaraş (Pazarcık/Elbistan) earthquakes on transportation</i>115-129
Burcu TÜRKCAN, Gül Şerife HUYUGÜZEL KIŞLA, Çağla BUCAK	Deprem ve konut fiyatları ilişkisi: Konutlarda depreme dayanıklılık ekseninde İstanbul ve İzmir analizleri <i>Earthquake and house prices relationship: Analyses for Istanbul and Izmir in terms of earthquake resistance</i>131-143
Galip USTA, Ramazan ASLAN, Fatma GÜNDÜZ, Ezgi ATALAY, İsmail Turgut PALA	On-Site evaluation of emergency response carried out after earthquakes with epicentral base Kahramanmaraş/ Pazarcık/Elbistan in Türkiye: An observational Study Türkiye’de merkez üssü Kahramanmaraş/ Pazarcık/Elbistan olan depremler sonrası gerçekleştirilen müdahale ve iyileştirme çalışmalarının yerinde değerlendirilmesi: Gözlemsel çalışma.....145-154
Salih YILDIRIM, Ertuğrul Alper KURBAN	Deprem bilincinin oluşmasında coğrafi konulara ait sosyal medya paylaşımlarının incelenmesi <i>Investigation of social media posts on geographical issues in the formation of earthquake awareness</i>155-162
Keyser ARSLAN, Aslı GÖRGÜLÜ ARI, Meryem HAYIR KANAT	Ortaokul öğrencilerine yönelik deprem okuryazarlığı ölçeği geliştirme çalışması <i>Earthquake literacy scale development study for secondary school students</i>163-178
Mutlu YILMAZ, Merve ALTUNDAL ÖNCÜ, İsmet GÜNEY, Ersin ATEŞ, Dündar DAĞLI	6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde ortaya çıkan molozların yönetimi için CBS ile uygun arazilerin tespit edilmesi: Hatay ili örneği <i>Determining suitable lands for demolition waste management with GIS in the Kahramanmaraş earthquakes on February 6, 2023: Case study of Hatay province</i>179-193